سلسلة المختبرات العلمية

دليل العمل في
مختبر الفيزياء

جميل نعمان شاهين



www.alamthqafa.com



دليل العمل في
مختبر الفيزياء

سلسلة المختبرات العلمية...

دليل العمل في مختبر الفيزياء

تأليف

جميل نعمان شاهين

عضو قسم المختبرات في

وزارة التربية والتعليم / الأردن





الطبعة الأولى

2006م - 1427هـ

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2005/9/2179)

530
شاهين ، جميل نعمان
دليل العمل في مختبر الفيزياء/ سلسلة المختبرات العلمية/
جميل نعمان شاهين.- عمان: دار عالم الثقافة،
(   ) ص

ر.إ.: 2005/9/2179
رقم الإجازة المتسلسل/ لدائرة المطبوعات والنشر 2005/9/2184
الواصفات: / الفيزياء النظرية //

❖ تم إعداد بيانات الفهرسة والتصنيف الأولية من قبل دائرة المكتبة الوطنية

عمان – الأردن – العبدلي – تلفاكس 4613465 -6- 00962
ص.ب 927426 – الرمز البريدي 11190 عمان / الأردن

دار الأسرة للنشر والتوزيع

عمان – الأردن – الشميساني – هاتف: 00962-7-95990267

www.alamthqafa.com
E-mail: info@alamthqafa.com

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

لقد تناولت في هذا الكتاب من سلسلة المختبرات العلمية، مختبر الفيزياء لما لهذا المختبر من أهمية كبيرة في التجريب العملي كأحد أهم استراتيجيات تدريس العلوم في الوقت الراهن، يقع هذا الكتاب في ثلاثة فصول إضافة إلى إرشادات السلامة الواجب إتباعها عند العمل في مختبر الفيزياء، تحدثت في الأول منها عن تجهيزات مختبر الفيزياء وأفضل الطرق المتبعة في تصنيفها للحفاظ عليها أطول فترة ممكنة، أما الفصل الثاني فقد تناولت فيه كيفية استخدام وتوظيف بعض الأجهزة المخبرية الخاصة بمختبر الفيزياء، وكيفية العناية بها وصيانتها، وقد حاولت قدر الإمكان أن أتحدث عن أكثر الأجهزة والأدوات استخداماً في هذا المختبر، فضلاً عن أهم الأمور التي يحتاج إليها من يستخدم هذه الأجهزة لتكون دليلاً وموجهاً له إلى الاستخدام الأفضل لها. أما الفصل الثالث فقد تناولت فيه النظام الدولي لوحدات القياس (SI) لما لهذا الموضوع من أهمية قصوى في العمل المخبري على وجه العموم ومختبر الفيزياء على وجه الخصوص. حيث جاء هذا الفصل محتوياً على مكونات النظام الدولي وقواعد استخدام هذا النظام.

آملاً أن أكون قد وفقت في طرح موضوعات هذا الكتاب من سلسلة المختبرات العلمية بلغة سهلة مبسطة، بحيث يستطيع كل من يطلع عليه الاستفادة منه على الوجه المطلوب، وأن تكون موضوعاته تتناسب وحاجة العاملين في هذا المجال الذي لا غنى عنه في تدريس العلوم.

والله ولي التوفيق

المؤلـف

إرشادات السلامة في مختبر الفيزياء

السلامة في التعامل مع الكهرباء

الكهرباء شريان الطاقة الذي لا غنى عنه للعمل في مختبر الفيزياء، فالكهرباء هي مصدر الطاقة الرئيس والأول لمعظم الأجهزة والأدوات التي تستخدم في هذا المختبر، ولخطورة التعامل معها، وعظم الحاجة إليها كان لابد من اتباع مجموعة من الإرشادات والتعليمات الضرورية التي تجعل التعامل مع هذا المصدر الهام من مصادر الطاقة، أكثر أمناً وأماناً، ومن هذه الإرشادات:

1. احذر عند التعامل مع مصدر القدرة ذي الجهد المرتفع، فهو شديد الخطورة قد يودي بحياتك وحياة من يقف إلى جانبك إذا لم تحسن استخدامه، ولتجنب الخطورة الناتجة من استخدام مثل هذا الجهاز قم بوصل الخط الأرضي للجهاز مع مراعاة إبعاد الطلبة قدر الإمكان عن مكان العرض، لضمان سلامتك وسلامتهم.
2. استخدم طريقة العرض العملي في التجارب المتعلقة بجهاز ملف رمكورف؛ لخطورة هذا الجهاز، مع الاهتمام بتوضيح فرق الجهد الداخل إلى الملف وفرق الجهد الناتج بين قطبية للطلبة، وتوجيه انتباههم إلى وجوب إتباع الطرق الصحيحة في التعامل مع هذا الجهاز، وعدم لبس السلاسل والأحزمة عند استخدامه.
3. احذر عند التعامل مع التيار الكهربائي وذلك بمراعاة ما يأتي:

- لا تلمس خطوط الكهرباء أو مفاتيح التيار الكهربائي ويداك مبلولتان.



- لا تستخدم المؤشرات المعدنية عند التعامل مع التيار الكهربائي وملف رمكورف.
- تفقد التوصيلات الكهربائية من حين لآخر، واعمل على صيانة التوصيلات والأجهزة التي تحتاج إلى ذلك وإصلاحها.
- احرص عند التعامل مع الأجهزة الكهربائية، وتأكد قبل البدء بالعمل أن الأرضية التي تقف عليها جافة.
- افصل التيار الكهربائي عن الجهاز مباشرة إذا لاحظت حصول تماس في الدائرة الكهربائية، أو في أي مكان في المختبر أو المدرسة.
- افصل جميع الأجهزة عن التيار الكهربائي مباشرة بعد الانتهاء من العمل المخبري وقبل مغادرتك المختبر .
- افصل التيار الكهربائي كلياً عن المختبر عند انتهاء اليوم الدراسي.
- للمحافظة على سلامة الأجهزة الكهربائية وفاعليتها، احرص على عدم إلغاء الخط الأرضي (Earth) الخارج من هذه الأجهزة، واعمل على توصيل هذا الخط في مختبرك إذا لم يكن موجوداً، واستخدم دائما المداخل "فيش" الثلاثية لجميع الأجهزة الكهربائية .
- افصل الجهاز الكهربائي عند صيانته عن التيار الكهربائي، حتى وإن كان متصلا بمصدر القدرة ذي الجهد المنخفض، واجر عملية الصيانة على سطح خشبي جاف.

4. لا تصل أية وسيلة كهربائية من عمل الطلبة بالتيار الكهربائي إلا بعد فحصها، وبشكل دقيق، من قبل شخص مختص.

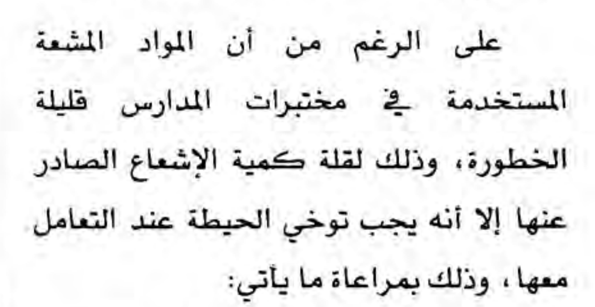
السلامة في التعامل مع المواد المشعة

لا غنى في مختبر الفيزياء عن استخدام بعض المواد الخطرة، ومنها المواد المشعة، ولكن للحاجة الماسة لمثل هذه المواد في التعليم، ولكون طالب اليوم هو عالم الغد، كان لابد من وضعه في ظروف تشبه وإلى حد بعيد الظروف التي يعمل فيها العالِم، كما أن حاجات التعليم تدفعنا في كثير من الأحياء إلى ولوج المحظور سعياً للحصول على المعلومة، إلا أن ذلك يتطلب من العامل في هذه المجالات توخي أقصى درجات الحيطة والحذر للمحافظة على حياته وصحته والتي تعتبر الأهم.

لذلك نضع بين يديه مجموعة من التحذيرات والإرشادات ذات العلاقة، التي تساعد على العمل بأمن وسلام في مختبر الفيزياء.

1. المواد المشعة Nuclear Radiation





على الرغم من أن المواد المشعة المستخدمة في مختبرات المدارس قليلة الخطورة، وذلك لقلة كمية الإشعاع الصادر عنها إلا أنه يجب توخي الحيطة عند التعامل معها، وذلك بمراعاة ما يأتي:

أ. احذر عند تعاملك مع المواد المشعة، ولا تخرجها من وعائها الخاص، وإن لزم الأمر ذلك فلا تستخدم اليد في إخراجها، بل استخدم الملقط المخصص لهذه الغاية.

ب. اغسل يديك بالماء والصابون بعد كل تجربة تستخدم فيها المواد المشعة، واحذر من وضع يدك قبل غسلها على عينيك أو في الطعام.

ج. أبعد المواد الغذائية عن المكان الذي توجد فيه مثل هذه المواد، واحذر من الأكل أو الشرب في المكان الذي توجد فيه المواد المشعة.

د. احذر من استخدام طريقة السحب بالفم عند أخذ عينة من سائل يحوي مواد مشعة مذابة فيه.

هـ. أبعد النظائر المشعة عن العين والفم والبثور المفتوحة في الجلد.

2. اشعة الليزر Laser Rays

يجب التعامل مع أشعة الليزر بحذر شديد، واستخدام الواقيات المناسبة حسب النشرات المرفقة، لأنها تسبب العمى في أقل من ثانية إذا كانت عالية التركيز نتيجة حرقها شبكية العين .

3. الأشعة تحت الحمراء Infra Red

يجب أخذ الحيطة عند التعامل مع الأشعة تحت الحمراء، واستخدم نظارات الحماية، وتقليل فترة التعامل معها ما أمكن، فالتعرض الزائد لها يمكن أن يتلف عدسة العين.

4. الأشعة السينية X-Ray

يجب التعامل مع الأشعة السينية من قبل المختصين فقط ؛ فقد تسبب حروقاً من الصعب شفاؤها.

5. الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet

يجب استخدام المرشحات المناسبة ودروع الحماية عند استخدام القوس الزئبقي لأنه ينتج الأشعة فوق البنفسجية والتي تعد أشعة ضارة.

6. اشعة الميكروويف Micro Wave

يجب التعامل مع أشعة الميكروويف بمنتهى الحذر، واستخدام الأقنعة الواقية أثناء ذلك، وإتباع إرشادات النشرات المرفقة، وعدم التعرض لها لفترات زمنية طويلة لأنها تسبب تلفاً للأجسام المعرضة لها .

السلامة في تخزين الأجهزة والأدوات

للمحافظة على سلامة التجهيزات المخبرية في مختبر الفيزياء، وسلامة المتعاملين معها والمستخدمين لها، يجب إتباع التعليمات والإرشادات التالية في تخزينها:

1. احفظ الأجهزة والأدوات في مكان بعيد عن الرطوبة ومصادر المياه، لمنع تشكل الصدأ عليها مما يؤدي إلى تلفها.
2. احفظ الأجهزة الإلكترونية والكهربائية بعيداً عن المواد الكيميائية بشكل عام، فتصاعد الأبخرة من بعضها قد يتلف هذه الأجهزة .
3. احفظ الأجهزة بعيداً عن مصادر الحرارة، فبعضها يدخل البلاستيك في تركيبه، فإذا تعرضت لدرجات حرارة معينة فقد تتلف، كما تتأثر بعض هذه الأجهزة بدرجات الحرارة البسيطة .
4. لا تخزن الأجهزة والأدوات تحت أحواض الغسيل، وذلك لحمايتها من التلف في حال حصول أي عطل في المغسلة .

الفصل الأول

تجهيزات مختبر الفيزيـــاء

- تقديـــــم
- التجهيزات المخبرية في مختبر الفيزيـــاء
- تصنيف وترتيب تجهيزات مختبر الفيزياء

تقديـــــم

سنستعرض في هذا الفصل من كتاب دليل العمل في مختبر الفيزياء، أهم التجهيزات اللازمة لمختبر الفيزياء، مع صور لمعظمها، ليتعرف فنيو المختبرات على هذه الأدوات عن كثب، وقد اعتمدنا في ترتيبها إحدى الطرق المعتمدة في تصنيف التجهيزات المخبرية، ليسهل على فني المختبر تصنيفها وترتيبها والرجوع إلى الأداة التي يحتاج إليها بالسرعة الممكنة عند الحاجة، ووضعنا اسم كل أداة باللغتين العربية والإنجليزية ليسهل تعرفها، ثم استعرضنا بعد ذلك كيفية تصنيف وترتيب الأجهزة والأدوات المستخدمة في مختبر الفيزياء.

مع الإشارة إلى أن الأجهزة والأدوات المخبرية التي لم ترد صورها في هذا الفصل، فسيتم وضعها في أماكن أخرى من هذا الكتاب، وذلك منعاً للتكرار، وللحيلولة دون ازدحام الكتاب بصور لا داعي لها.

هذا مع العلم أن وضع صور الأجهزة والأدوات جاء بناءً على الحاجة الماسة والملحة للعديد من العاملين في مجال المختبرات المدرسية لذلك، فنسبة كبيرة منهم لم تتعرض أثناء مراحل دراستها المختلفة إلى مثل هذه التجهيزات. مما استدعى وضع هذه الصور مساعدة لهم في التعرف عليها عند استلامها أو التعامل معها.

التجهيزات المخبرية في مختبر الفيزياء

(أ) الأجهزة والأدوات المستخدمة في قياس المسافات



مقياس متري Meter Stick



القدمة ذات الورنية Vernier Callipers



المجهر ذو الورنية Vernier Microscope



ميكروميتر Micrometer

سفيرومتير Spherometer

(ب) الأجهزة والأدوات المستخدمة في تجارب الفيزياء النووية



جهاز مليكان Millikan Apparatus



عداد جايجر Geiger Scaler



Photo Cell الخلية الضوئية



(E) كاشف أشعة ألفا Alpha Particle Detector
(F) أنبوب جايجر Geiger- Muller Tube
(G) حامل أنبوب جايجر Geiger -Muller Tube Holder



مصدر قدرة ذو جهد مرتفع
High Voltage Power Supply

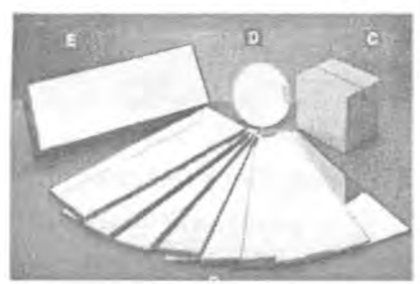


مصادر أشعة (الفا، بيتا، جاما)
Radioactive Sources

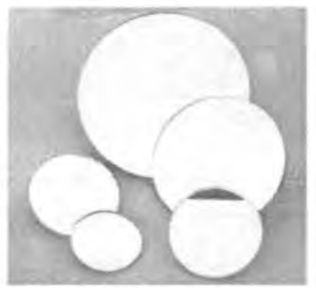
Discharge Tubes أنابيب التفريغ

Crookes Tubes أنابيب الأشعة المهبطية

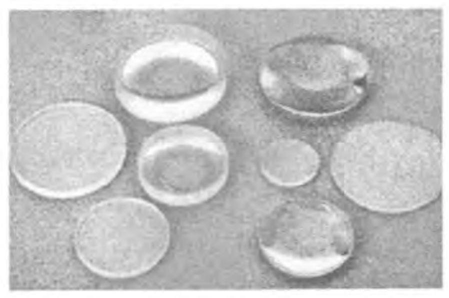
(ج) الأجهزة والأدوات المستخدمة في تجارب الضوء

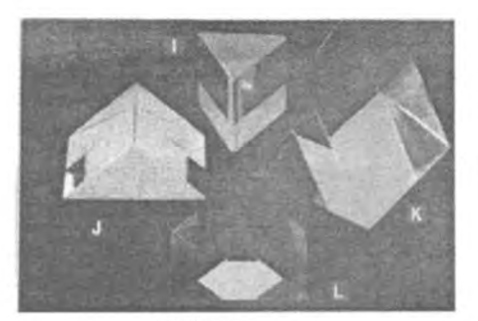


Mirror مرايا مستوية

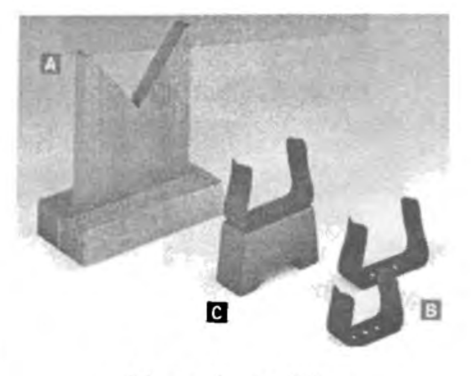


Mirror مرايا كروية


عدسات متنوعة Lens

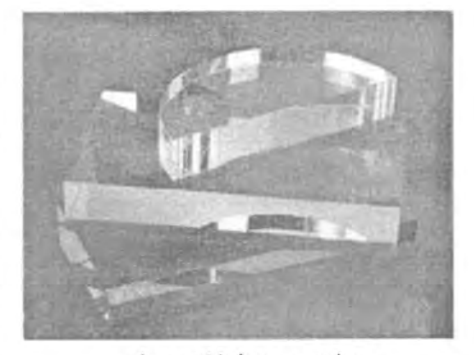


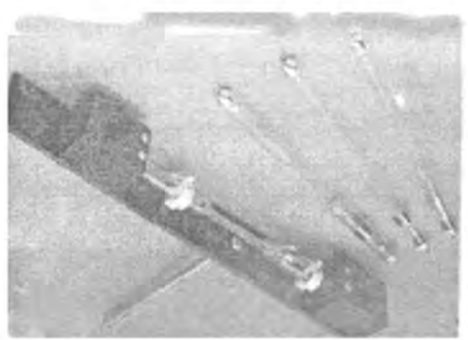
مناشير Prism



حامل عدسات ومرايا
Lens and Mirror Holder


الصندوق الضوئي والمجموعة الضوئية
Light Box and Optical Set


متوازي مستطيلات زجاجي
Perspex Block (Rectangular)
نصف قرص زجاجي
Perspex Block (Semicircular)

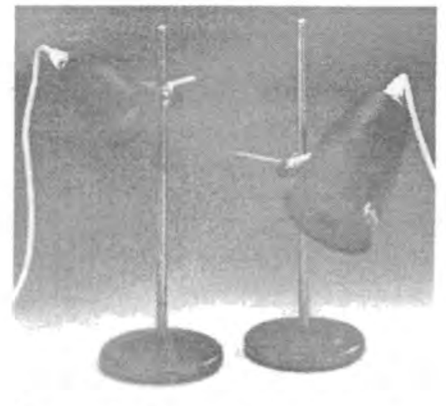

Spectrum Tubes أنابيب الطيف
حامل أنابيب الطيف
Holder for Spectrum Tubes



المطياف الضوئي Spectrometer



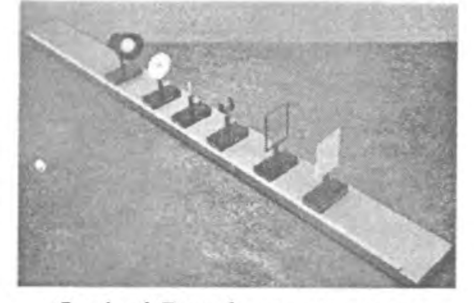
تلسكوب بسيط Simple Telescope



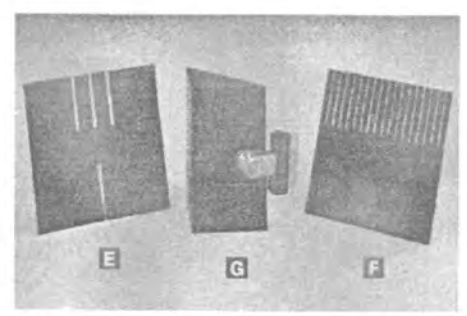
مصباح تجارب الضوء Lamp & Stand



نموذج الكاميرا Camera Model



القنطرة الضوئية Optical Bench



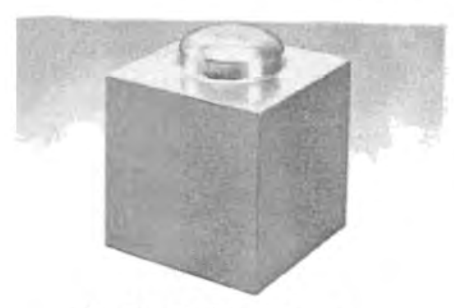
مجموعة حواجز ضوئية Diaphragms Set

أنبوب لولبي من البيرسبكس Perspex Tube

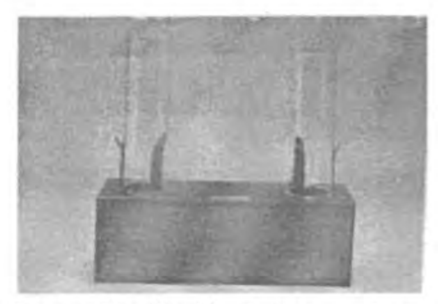
(د) الأجهزة والأدوات المستخدمة في تجارب الحرارة



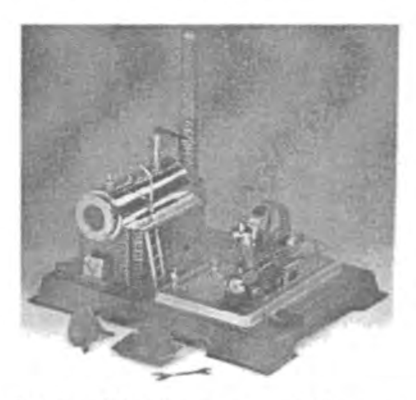
جهاز الكرة والحلقة Ball and Ring



مكعب لزلي Leslie Cube



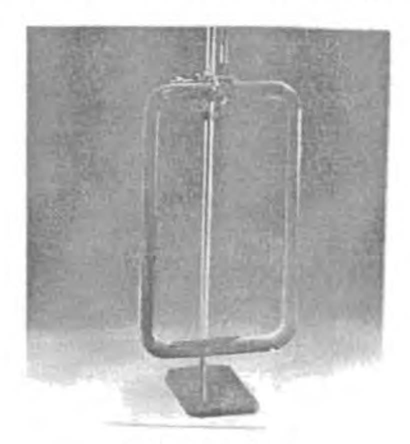
صندوق دوران الهواء Convection in Air



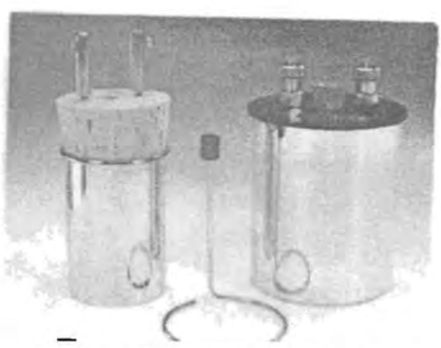
نموذج الآلة البخارية Steam Engine



جهاز قياس الحرارة الكامنة للبخار
Latent Heat of Steam



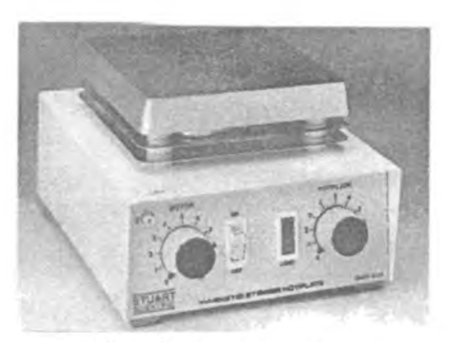
جهاز دوران الماء
Convection in Water



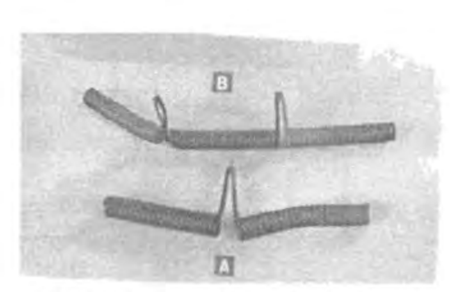
مسعر جول Joule's Calorimeter



مسعر نحاسي Calorimeter



سخان حراري Hotplate



الازدواج الحراري Thermocouples



جهاز بيان اختلاف التمدد الطولي للمعادن
Linear Expansion



شريط معدني مزدوج
BI-metallic strip

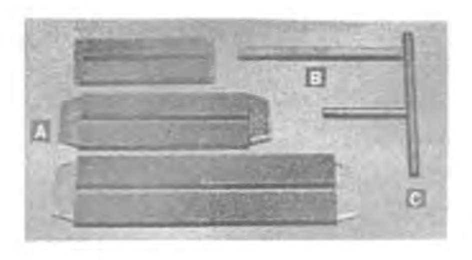


جهاز بيان اختلاف توصيل المعادن للحرارة
Ingen Hausz's Apparatus

قضبان معدنية (حديد ، نحاس، ألمنيوم)
Metal Rod Set

الكومة الحرارية Thermopile

(هـ) الأجهزة والأدوات المستخدمة في تجارب المغناطيسية



مغناطيسات مستقيمة Magnet



مغناطيس حذاء الفرس Magnet



مغناطيس شكل (U)



بوصلة Compass



ملف دائري Circular Coil
ملف لولبي Solenoid Coil



إبرة مغناطيسية على حامل
Magnetic Needle



جلفانوميتر الظل
Mirror Galvanometer



جهاز اورستد
Oersted's Law Apparatus

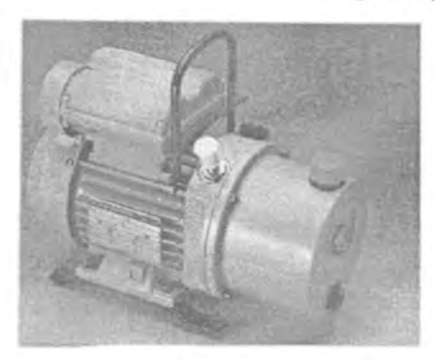


جلفانوسكوب Galvanoscope

(و) الأجهزة والأدوات المستخدمة في تجارب الصوت



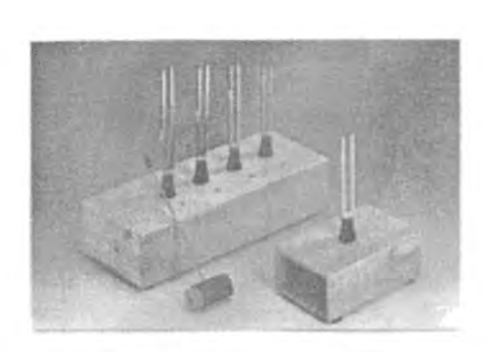
جرس كهربائي Electric Bell



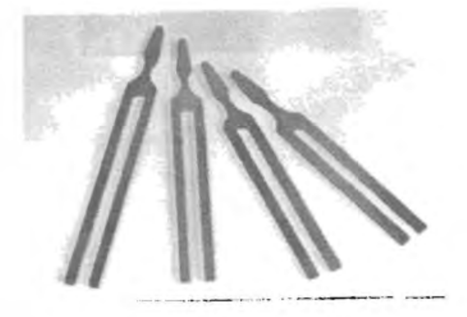
مفرغة هواء مع قرص Vacum Pump



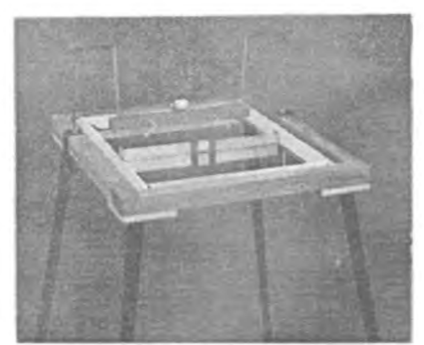
جهاز توليد الذبذبات
Signal Generator



جهاز الرنين "طقم من صندوقين"
Tuning Forks on Resonance Boxes



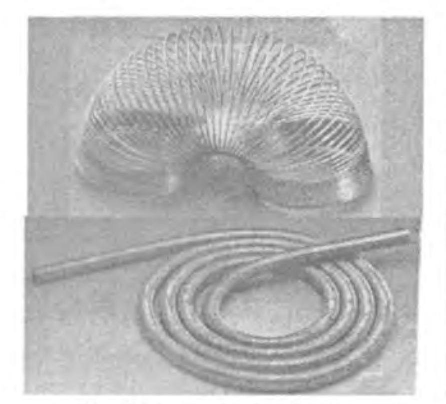
شوكات رنانة Tuning Forks



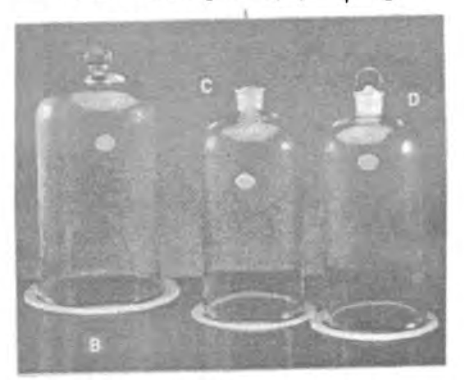
حوض الأمواج Ripple Tank



راسم الذبذبات Oscilloscope



زنبركات الأمواج Spring



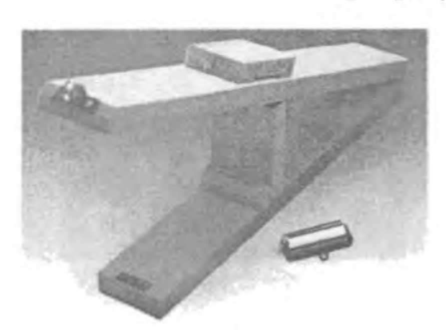
ناقوس زجاجي A bell Jar

صنوميتر Sonometer

(ز) الأجهزة والأدوات المستخدمة في تجارب الميكانيكا



طقم مكعبات معدنية
Metal Blocks (Set)



المستوى المائل
Inclined Plane



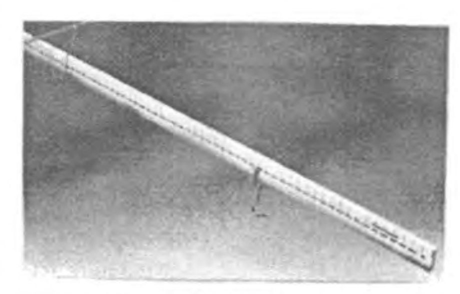
بكرات مختلفة Pulleys



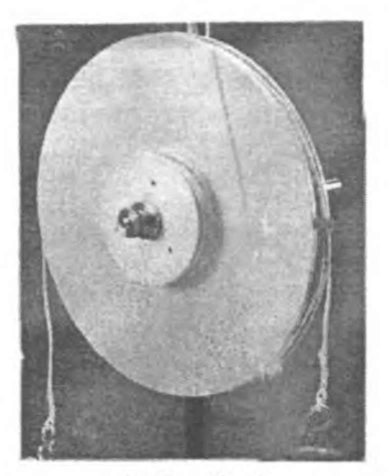
بندول Pendulum



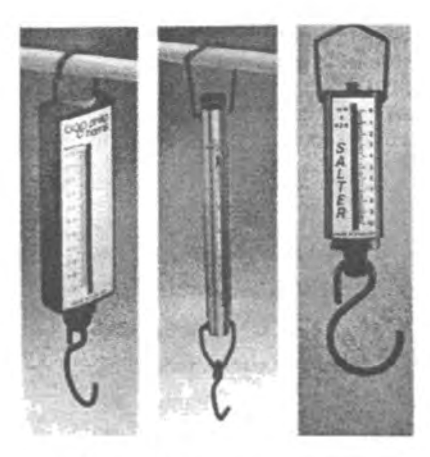
ملازم لتثبيت البكرات Clamps



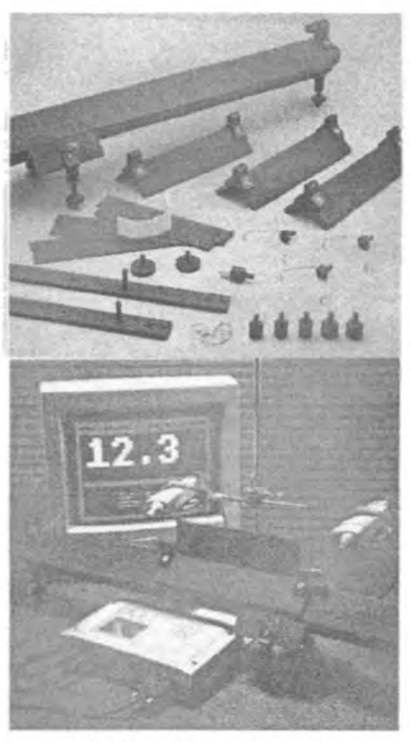
نموذج الرافعة Lever stick



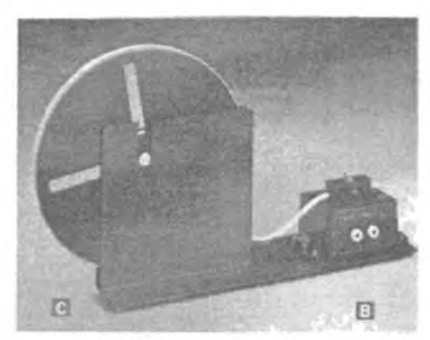
الدولاب والجذع
Wheel & Axle



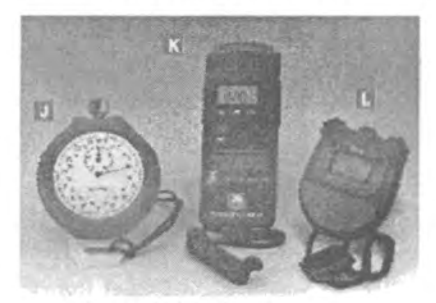
موزاين زنبركية "غرام، نيوتن"
Spring Balance



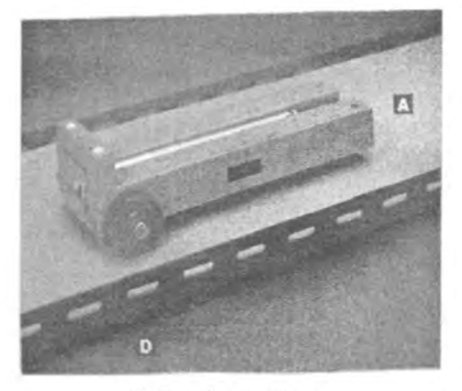
Air Track المدرج الهوائي



ساعة توقيت مع شريط ورقي
Ticker Tape Timer



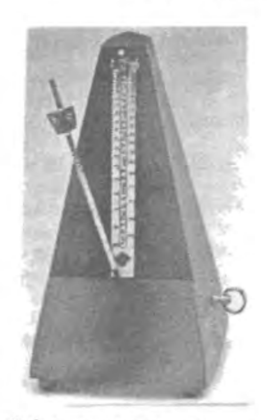
Stop Watch ساعة وقف



عربة ميكانيكية
Mechanical Cart



ميزان ثلاثي الأذرع
Triple Beam Balance



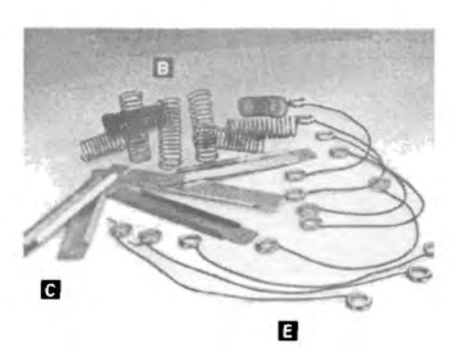
ميترونوم Metronome



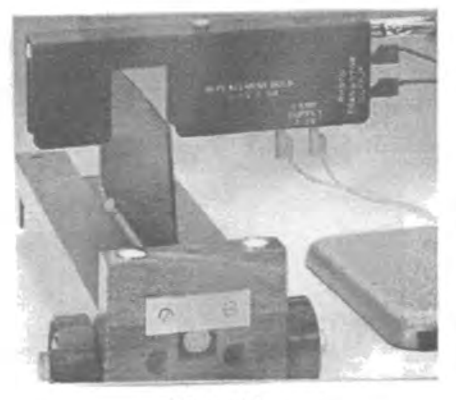
المصباح النابض Stroboscope



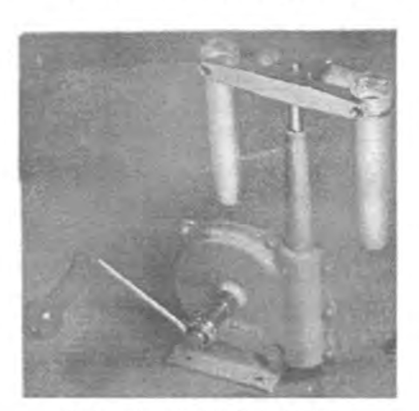
ستروبسكوب يدوي
Stroboscope



مجموعة زنبركات لتجارب الميكانيكا
Demonstration Spring



بوابة ضوئية
Light Gate



جهاز قياس قوة الطرد المركزي
Centripetal Force Measurement

مروحة كهربائية Electric Fan

جهاز التصادم Collision Balls

ميزان ذو كفتين
Double beam Balance

جهاز القصور الذاتي Inertia Balance

معداد مؤقت Timer Scaler

لوحة القوى Force Board

جهاز قانون هوك
Hooke's Law Apparatus

(ح) الأجهزة والأدوات المستخدمة في تجارب ميكانيكا السوائل



جهاز قاعدة باسكال
Pascal's Apparatus



اسطوانة أرخميدس
Bucket & Cylidner

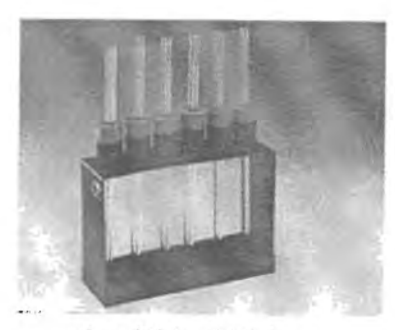


المضخة الماصة Suction Pump

المضخة الكابسة Force Pump



جهاز الأواني المستطرقة
Liquid Level Apparatus



جهاز الخاصية الشعرية
Capillary Tubes Apparatus



توربين مائي
Water Turbine



دورق إزاحة Over Flow Can

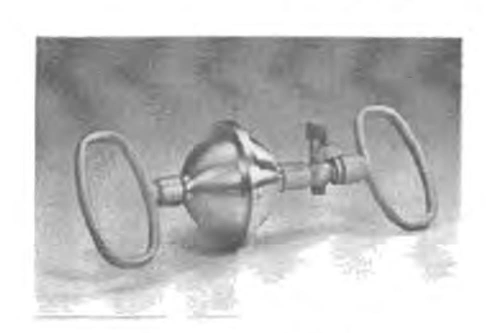


زجاجة الوزن النوعي Specific Gravity Bottle

(ط) الأجهزة والأدوات المستخدمة في تجارب ميكانيكا الغازات



جهاز قانون بويل
Boyle's Law Apparatus



نصفا كرة مجدبرغ
Magdeburg Hemispheres

- أنبوب تورشلي Torricelli Tube

(ي) الأجهزة والأدوات المستخدمة في تجارب الكهرباء الساكنة



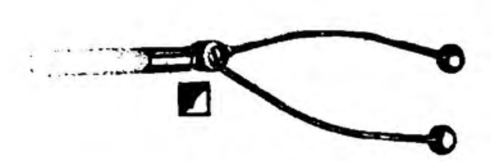
موصل مخروطي Conical Conductor



موصل كروي Spherical Conductor



كشاف كهربائي Electroscope



ذراع تفريغ الشحنات Discharger



مولد فان دي غراف
Vande Graff Generator



اسطوانة فاراداي
Faraday's Bucket

قضيب أبونايت Ebonitc Rod

مستوى اختبار Proof Plane

مكثف ذو لوحين متوازيين

Parallel Plate Condenser

قضيب معدني Metal Rod

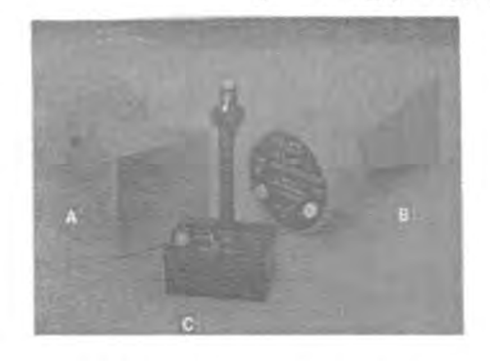
قضيب زجاجي Glass Rod

(ك) الأجهزة والأدوات المستخدمة في تجارب الكهرباء المتحركة



نموذج المولد الكهربائي

Dynamo Model



نموذج التلفون "مرسل ومستقبل"

Telephone Model



الميزان التياري Current Balance

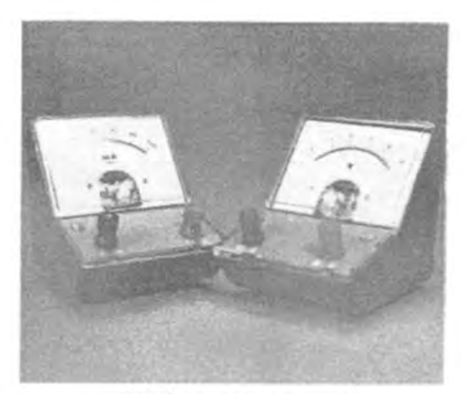


مصابيح كهربائية 1.5 فولت Lamps



مصدر قدرة للجهد المنخفض

Low Voltage Power Supply



فولتميتر Voltmeter

ميكروأميتر Microammeter



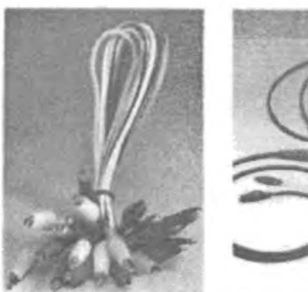
جهاز القياس متعدد الأغراض

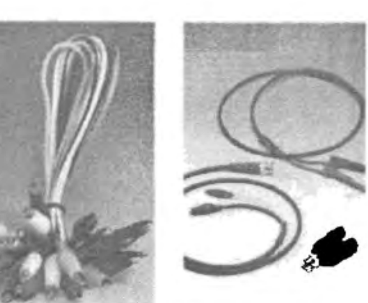
A.V.O. Meter



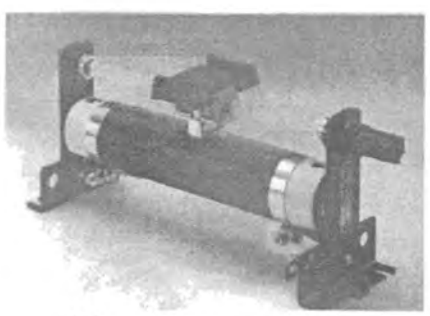
مقاومات ثابتة

Standard Resistance





أسلاك توصيل Leads



مقاومات متغيرة Rheostat



قنطرة وتستون (القنطرة المترية)
Wheatstonc Bridge



نموذج محول تعليمي قابل للفك والتركيب
Demountable Transformer



صندوق مقاومات
Resistance Box



مفتاح كهربائي بذراع ذي اتجاهين "مفتاح عاكس"
Knife Switch

مكثفات متغيرة السعة Condensers

صندوق مكثفات Condensers Box

نموذج التلغراف Telegraph Model

مكثفات ثابتة السعة
Standard Condensers

أمتير Ammeter

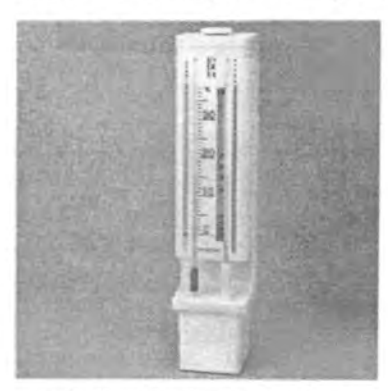
جلفانوميتر Galvanometer

ملي فولتميتر Milli Voltmeter

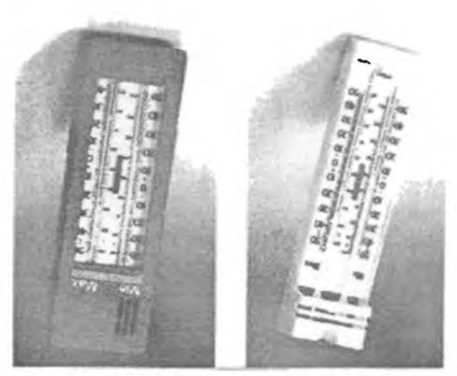
ملف رمكورف Induction Coil

صمامات مختلفة Diode Valve

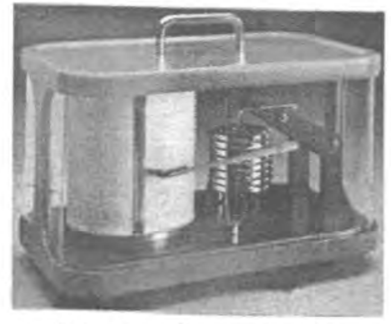
(ل) أدوات الطقس والرصد الجوي



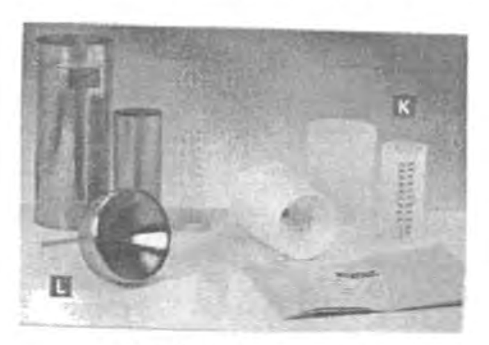
ميزان الحرارة الجاف والرطب
Hygrometer (Wet and Dry)



ميزان الحرارة ذو النهايتين Maximum &
Minimum Thermometer



Barograph (الباروغراف)



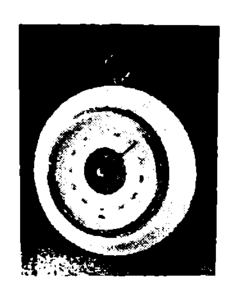
Rain Gauge مقياس المطر

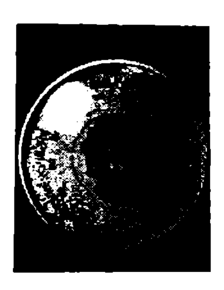


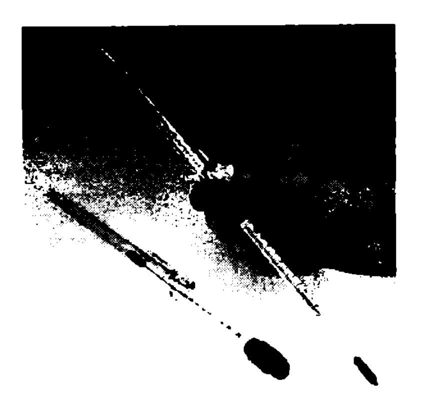
جهاز قياس سرعة الريح Anemometer



مؤشر اتجاه الريح Wind Vane







ميزان الحرارة (المئوي والفهرنهيتي)
Thermometer

البارومیتر المعدني
Barometer Aneroid

راصد الزلازل Simple Seismometer

البارومیتر الزئبقي Barometer Tube

تصنيف وترتيب تجهيزات مختبر الفيزياء

للحفاظ على التجهيزات المخبرية بالشكل الصحيح ولضمان فاعليتها وسلامتها أطول فترة ممكنة، لا بد من إتباع طرق صحيحة وسليمة عند تصنيفها وترتيبها وتنظيمها شريطة أن تراعي هذه الطرق الأمور الآتية:

1. سهولة الوصول إلى الأداة أو الجهاز عند الحاجة وبالسرعة الممكنة.
2. عدم تكديس الأدوات والأجهزة فوق بعضها، مما قد يؤدي إلى تلفها مع الزمن.
3. حفظ الأجهزة والأدوات الكهربائية والألكترونية والمعدنية بعيداً عن الرطوبة وأشعة الشمس المباشرة وأبخرة المواد الكيماوية.
4. حفظ جميع أجزاء الجهاز الواحد مع بعضها في المكان نفسه، للوصول إليها عند الحاجة بسهول ويسر.
5. عدم تخزين أجهزة مختبر الفيزياء في المختبرات الأخرى في حال توافر مختبر خاص بالفيزياء مستقلاً عن المختبرات الأخرى.

كيفية تصنيف تجهيزات مختبر الفيزياء

أولاً: مختبر العلوم العامة:

في هذه الحالة تخصص خزانة أو أكثر الأجهزة الفيزياء، بحيث تكون بعيدة قدر الإمكان عن المواد الكيميائية، مما يضمن عدم وصول أبخرتها إلى هذه الأجهزة، ويفضل أن تكون هذه الخزانة بعيدة أيضاً عن الرطوبة وأشعة الشمس المباشرة على أن يراعى عند ترتيب الأدوات والأجهزة ما يأتي:

1. الأدوات والأجهزة كبيرة الحجم توضع في الرفوف السفلى من الخزانة.
2. الأدوات والأجهزة الزجاجية توضع في رف خاص بها.
3. الأدوات والأجهزة صغيرة الحجم توضع في الرفوف العليا من الخزانة.
4. ترتب الأدوات في الرف الواحد كالآتي:
   - الأدوات ذات الاستخدام المتكرر توضع في الأمام.
   - الأدوات ذات الاستخدام القليل توضع في الخلف.
5. الأجهزة ذات الحجم الكبير نسبياً، والتي لا يمكن حفظها داخل الخزائن، توضع في مكان ثابت، وتغطي جيداً بغطاء بلاستيكي لحمايتها من الغبار والأتربة والرطوبة، على أن توضع توابع هذه الأجهزة بالقرب منها أو في خزانة حفظ أجهزة الفيزياء ويكتب عليها (تتبع للجهاز ...).

ثانياً : مختبر الفيزياء المتخصص:

تتبع طرق خاصة بتصنيف الأجهزة والأدوات، في هذه الحالة، تتناسب مع نوع الجهاز أو الأداة وحجمها ومساحة المختبر، وعدد الخزائن المتوافرة فيه، وترتب الأدوات بالطريقة التي يراها فني المختبر مناسبة، ونقدم من خلال هذا الفصل من الكتاب الطريقة الآتية لترتيب الأدوات والأجهزة، والتي تعتبر الطريقة الأنسب في ترتيب وتصنيف أدوات مختبر الفيزياء، مما يسهل العمل المخبري في هذا المختبر ويخدمه بالشكل الصحيح، بحيث يتم تخصيص رف أو خزانة خاصة بالأدوات المتشابهة في طبيعة عملها حسب كمية هذه الأدوات وحجمها، ويكون ذلك كالآتي :

- الأدوات والأجهزة المستخدمة في قياس المسافات.

- الأدوات والأجهزة المستخدمة في تجارب الفيزياء النووية.
- الأدوات والأجهزة المستخدمة في تجارب الضوء.
- الأدوات والأجهزة المستخدمة في تجارب الحرارة.
- الأدوات والأجهزة المستخدمة في تجارب المغناطيسية.
- الأدوات والأجهزة المستخدمة في تجارب الصوت.
- الأدوات والأجهزة المستخدمة في تجارب الميكانيكا.
- الأدوات والأجهزة المستخدمة في تجارب ميكانيكا السوائل.
- الأدوات والأجهزة المستخدمة في تجارب ميكانيكا الغازات.
- الأدوات والأجهزة المستخدمة في تجارب الكهرباء الساكنة.
- الأدوات والأجهزة المستخدمة في تجارب الكهرباء المتحركة.
- أدوات الطقس والرصد الجوي.

وقد تم توزيع أجهزة وأدوات مختبر الفيزياء حسب هذا التصنيف عند استعراضها في بداية هذا الفصل.

الفصل الثاني

أجهزة مختارة من مختبر الفيزياء

- جهاز القياس متعدد الأغراض
- المجهر ذو الورنية
- مولد فان دي غراف
- ملف رمكورف
- الميكروميتر
- السفيروميتر
- القدمة ذات الورنية
- المطياف الضوئي
- المدرج الهوائي
- الكومة الحرارية
- جهاز القصور الذاتي
- مصدر القدرة
- حوض الأمواج
- الباروميتر (الزئبقي والمعدني)
- راسم الذبذبات
- جهاز اختلاف توصيل المعادن للحرارة
- مفرغة الهواء

تقديـــم

سنتطرق في هذا الفصل من الكتاب إلى عدد من الأجهزة المستخدمة على نطاق واسع في مختبر الفيزياء لمساعدة فنيي المختبرات، وخاصة الجدد منهم، على تعرف هذه الأجهزة من حيث: شكلها، مبدأ عملها، تركيبها، كيفية استخدامها وتشغيلها، الصيانة الأولية التي قد يضطر إليها فنيي المختبرات في بعض الأحيان لإصلاح عطل بسيط قد يحصل لجهاز ما.

وقد حاولت جاهداً أن أحصر في هذا الفصل الأجهزة والأدوات الأكثر استخداماً في مختبر الفيزياء، والتي قد يجد العاملون في هذا المجال صعوبة في توظيفها والتعامل معها، وهذه الأجهزة هي:

جهاز القياس متعدد الأغراض (A.V.O meter)، المجهر ذو الورنية، ومولد الشحنات (الفان دي غراف)، الملف الحثي (رمكورف)، جهاز قياس الأبعاد الصغيرة (الميكروميتر)، جهاز قياس التحدب والتقعر (السفيروميتر)، القدمة ذات الورنية، المطياف الضوئي، المدرج الهوائي أو ما يعرف بالمضمار الهوائي، الكومة الحرارية، جهاز القصور الذاتي، مصدر القدرة، حوض الأمواج، الباروميتر، جهاز اختلاف توصيل المعادن للحرارة، مفرغة الهواء.

جهاز القياس متعدد الأغراض

(A.V.O Meter) Multimeter

إن جهاز القياس متعدد الأغراض (Millimeter) أو ما يعرف بجهاز الـ A.V.O Meter من أهم الأجهزة المخبرية على الإطلاق، بل ويعد بالنسبة لفني المختبر بمنزلة السماعة للطبيب، حيث يستخدم في كثير من الأعمال ومن أهما: فحص الأجهزة المخبرية للتأكد من سلامتها والكشف عن الأعطال التي قد تكون لحقت بها، وتحديد مكان العطل بالضبط، وله استخدامات أخرى سنذكرها فيما بعد.



أشكال الجهاز:

لجهاز القياس متعدد الأغراض A.V.O Meter أشكال مختلفة إلا أنها تنحصر ضمن نوعين رئيسين هما:

أ. **جهاز ذو مؤشر**

وفي هذا النوع تظهر النتيجة على لوحة عليها تداريج عدة، وكل تدريج يخص قراءة معينة حسب حاجة الشخص الفاحص، وذلك بالاعتماد على ما تم تعيينه على لوحة الاختبارات الخاصة بالجهاز.



ب. **جهاز ذو قياس رقمي** Digital Multimeter



وفي هذا النوع تظهر القراءة مباشرة على شاشة رقمية، وذلك بالاعتماد على ما تم تعيينه على لوحة الاختيارات الخاصة بالجهاز، حسب الاستخدام الذي يريده الفاحص.

استخدامات الجهاز:

لهذا الجهاز استخدامات عدة نذكر منها:

أ. قياس تيار مستمر D.C Curren .

ب. قياس تيار متردد A.C Current .

ج. قياس فرق جهد مستمر D.C Volt .

د. قياس فرق جهد متردد A.C Volt .

هـ. قياس المقاومة Ohm Meter .

تركيب الجهاز:

يتركب جهاز القياس متعدد الأغراض من الأجزاء الرئيسة الآتية:

1. **لوحة التداريج Scale Plate وتحتوي على :**

أ. المؤشر: يرتبط بملف متحرك داخل الجهاز، حيث يتحرك المؤشر كلما تحرك هذا الملف بفعل التيار الكهربائي المار به عند القياس.

ب. التداريج: وتقع جميعها تحت المؤشر مباشرة ويمكن تقسيمها إلى:

- تدريج خاص بالأوم .... (Ω)
- تدريج خاص بالكيلو أوم .... (kΩ)
- تداريج خاصة بقياس التيارات المستمرة (DC) والمترددة (AC).

2. **لوحة الاختيارات وتحتوي على :**

أ. برغي تصفير الجهاز Zero Adjustor: ويستخدم لإعادة المؤشر إلى نقطة الصفر.

ب. قرص (مفتاح) اختيار القياسات Range Selector Switch: تظهر عليه إشارة تدل على موقعه، ويمكن بوساطته اختيار القراءة والاستخدام المطلوبين.

ج. لوحة اختيار القياسات وهي مقسمة إلى:

- جزء لقياس التيار المتردد~A
- جزء لقياس التيار المستمر -A
- جزء لقياس فرق الجهد المستمر -V
- جزء لقياس فرق الجهد المتردد ~V
- جزء لقياس المقاومة Ω

د. مفتاح اختيار نوع التيار A.C أو D.C

هـ. مفتاح تصفير المقاومة Adjustor.

و. قطبي التوصيل ويكون أحدهما (+) والآخر (-) مع أسلاك توصيل خاص بالجهاز .

طريقة استخدام الجهاز:

1. تأكد أن الجهاز يعمل، وذلك بوضع مفتاح تشغيل الجهاز على ON فإذا لم يعمل الجهاز تأكد من وجود البطارية وصلاحيتها.
2. ضع قطبي الجهاز على بعضهما بحيث يتلامسان لتشاهد عودة المؤشر إلى الصفر أو ظهور الصفر على شاشة الجهاز إذا كان الجهاز رقمياً.

3. أعد المؤشر إلى الصفر وذلك بالتحكم في برغي التصفير الموجود أسفل لوحة التداريج، على أن يتم ذلك برفق وباستخدام المفك المناسب.
4. حرك قرص الاختيار إلى الجزء الذي تريد استخدام الجهاز لقياسه، كما هو مبين في الفقرة (جـ) من البند (2) (لوحة الاختيارات)، مع مراعاة اختيار قيمة قراءة أعلى من القيمة التي ستقيسها، وإذا لم تكن تعلم قيمة القراءة التي ستقيسها فضع القرص على أعلى قراءة ممكنة حفاظاً على سلامة الجهاز .
5. حرك مفتاح (D.C-A.C) حسب نوع التيار.
6. ضع قرص الاختيار على جزء المقاومة (Ω) إذا أردت استخدام الجهاز لقياس مقاومة ما، ثم حرك قرص أو مفتاح تصفير المقاومة حتى يعود المؤشر على صفر المقاومة (0Ω)، وعند ذلك يكون الجهاز معداً للاستخدام وفق ما يريده الشخص الفاحص .

استخدامات الأوم ميتر :

يستخدم جهاز الأوم ميتر أو الجزء الخاص بالمقاومة (Ω) من جهاز "الأفوميتر" للأغراض الآتية:

1. قياس مقاومة مجهولة.
2. الكشف عن أي قطع في دائرة كهربائية.
3. فحص صلاحية صناديق المقاومات المعلومة والمجهولة.
4. فحص صلاحية الموصلات (أسلاك التوصيل) وأشباه الموصلات .

ملاحظات:

- *إذا لم تتمكن من إعادة المؤشر إلى الصفر، فهذا يعني أن البطارية تحتاج إلى تغيير، أو أن الجهاز يحتاج إلى صيانة.*

- *لقياس تيار متردد مثل كهرباء المنازل، ضع مفاتيح الجهاز على* $AC.V$.
- *لقياس تيار مستمر مثل التيار الخارج من مصادر القدرة، ضع مفاتيح الجهاز على* $DC.V$.

كيفية المحافظة على الجهاز:

- اقرأ النشرة المرفقة بالجهاز قبل استخدامه.
- أبعد الجهاز عن الرطوبة وعن أبخرة المواد الكيميائية، واستخدم سطحاً غير معدني عند عملية الفحص.
- احذر من أن تزود الدائرة بالتيار الكهربائي إذا كان قرص الاختيار على "الأوم" لأن ذلك يتلف الجهاز.
- سارع إلى تغيير البطارية إذا كانت بحاجة إلى تغيير للحفاظ على سلامة الجهاز.
- ضع قرص الاختيار عند استخدام الجهاز لأي قياس على أعلى قيمة في الجزء المخصص لذلك القياس.

السلامة في التعامل مع الجهاز:

- اقرأ النشرة المرفقة بالجهاز قبل استخدامه.
- لا تقف على أرضية رطبة أو مبتله في أثناء عملية القياس، وخاصة عند قياس جهد مرتفع.
- احذر عند استخدامك الجهاز لقياس جهد تيار كهربائي عال، ولا تلمس الرؤوس المعدنية عند اتصالها بمخارج التيار.

- احذر من خطر الصعقة الكهربائية في أثناء قياس جهد تيار كهربائي يمر في الأدوات والأجهزة الإلكترونية والكهربائية.
- اقطع التيار عند استخدام الجهاز لقياس مقاومة دائرة كهربائية أو جهاز كهربائي، وإذا كان الجهاز المراد فحصه يعمل بالبطارية فيفضل رفعها منه.

صيانة الجهاز:

إذا تبين أن الجهاز لا يعمل، نفذ ما يأتي:

1. افحص بطاريات الجهاز لتتأكد من سلامتها وصلاحيتها، واستبدلها إذا تبين لك تلفها أو استهلاكها .
2. افحص منصهر الحماية لتتأكد من صلاحيته، واعمل على تغييره إذا كان معطلاً .
3. تأكد أن أسلاك التوصيل في مكانها الطبيعي "الأحمر (+) الأسود (-)".
4. تأكد من عدم وجود قطع في أحد أسلاك التوصيل المستعملة.
5. استعن بالمختصين لإجراء الصيانة اللازمة للجهاز إذا لم تتمكن من اكتشاف العطل فيه، ولا تحاول فتحه والعبث به من الداخل لتلافي تلف الجهاز أو مضاعفة العطل.

المجهر ذو الورنية Vernier Microscope

استخدامات الجهاز:

للمجهر ذي الورنية استخدامات عدة منها :



1. قياس سمك جسم دقيق جداً كالشعرة أو الخيط وغيرهما .
2. قياس معامل انكسار بعض المواد، كالزجاج وما شابهه، ما يعطينا صورة واضحة عن بعض الخصائص الفيزيائية لمثل هذه المواد .

تركيب الجهاز:

يتركب المجهر ذو الورنية من الأجزاء الآتية:



أ. القاعدة الرئيسية Main Stage: تكون عادة مدرجة وبدقة قياس تصل إلى 0.5 مم تقريباً .

ب. قاعدة القياس Measuring Stage: تُحمل عليها العينة المراد قياس سمكها أو معمل الانكسار الخاص بها.

ج. قاعدة متحركة Movable Stage: تثبت عليها ورنية مدرجة بالإضافة إلى عدسة مكبرة لتوضيح القراءة بشكل جيد.

د. عمود مربع داعم Supporting Square Bar: مدرج، وظيفته الرئيسة حمل المجهر، فضلاً عن تحديد المسافة التي يتحركها المجهر صعوداً أو نزولاً.

هـ. ذراع الإسقاط Projecting Arm: وظيفته تحريك المجهر بحرية.

و. المجهر Microscope: يعد الأساس في هذا الجهاز، وبواسطته يتم تكبير الجسم لنتمكن من الحصول على القراءة بالشكل الصحيح .

ز. مقبض الانزلاق الأفقي Horizontal Sliding Handle: وظيفته تحريك العمود الداعم الذي يحمل المجهر والقاعدة المتحركة بحرية على الجانبين (يميناً ويساراً) وبالقدر المطلوب .

ح. مقبض الرفع العمودي Vertical Carrying Handle: وظيفته رفع مستوى المجهر أو خفضه بما يسمح بظهور الصورة بوضوح.

ط. برغي الإزاحة Shift Screw: تستخدم لإزاحة المجهر جانبياً أو رأسياً حسب المطلوب.

ي. براغي التسوية Leveling Screw: تستخدم لتسوية وضع الجهاز بشكل مستو.

ملاحظات:

- *تتحرك القاعدة (ج) ببطء بوساطة مقبض الانزلاق (ز) لتنزلق على القاعدة الرئيسة (أ) .*
- *المقاييس المدرجة على القاعدة الرئيسة (أ) وعلى العمود الداعم تقرأ حتى 0.01 مم بوساطة الورنية والعدسات المكبرة.*

طريقة استخدام الجهاز:

أ. التسوية: يجب تسوية الجهاز باستخدام براغي التسوية (ك) قبل البدء باستخدامه، والإبقاء على علامة مؤشر التسوية إن وجدت في المركز.

ب. الملاحظة المجهرية: يتم توضيح الصورة بتحريك المجهر باستخدام مقبض الرفع العمودي (ح)، وتركيز البؤرة في العدسة العينية على خط التقاطع، ثم تثبيت صورة الجسم على خط التقاطع بوساطة تحريك العدسة العينية .

تطبيقات عملية باستخدام المجهر ذي الورنية:

أولاً: كيفية استخدام الجهاز لقياس معامل الانكسار

- تجربة

كيفية إيجاد معامل الانكسار المطلق للوح من الزجاج بطريقة البعد الحقيقي والبعد الظاهري.

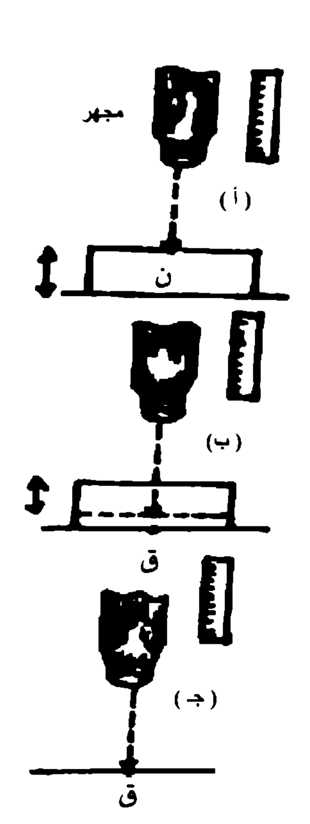
- الأدوات المستخدمة :

المجهر ذو الورنية، متوازي مستطيلات من الزجاج، ورقة بيضاء .

- خطوات العمل :

1. هيء المجهر ذا الورنية للعمل، وذلك بوضعه على سطح مستو وتسوية الجهاز باستخدام براغي التسوية (ي).
2. ضع الورقة البيضاء على قاعدة القياس (ب)، ثم ضع فوقها لوحاً من الزجاج وحدد حافاته باستخدام قلم رصاص .

3. اجعل المجهر (و) رأسياً فوق لوح الزجاج على أن يكون تدريج العمود الداعم رأسياً.



4. ضع علامة، ولتكن (ن)، على السطح العلوي للوح الزجاج، على أن تكون تحت العدسة الشيئية للمجهر مباشرة .

5. انظر إلى العلامة (ن) باستخدام المجهر واعمل على توضيح الصورة قدر الإمكان باستخدام المقبض (ح) ثم سجل قراءة التدريج الرأسي ولتكن (ف1) حسب الشكل (أ).

6. ضع علامة أخرى ولتكن (ق) على الورقة البيضاء تحت لوح الزجاج، ثم اضبط المجهر كما في البند (5)، كما في الشكل (ب)، ثم سجل قراءة التدريج الرأسي ولتكن (ف2).

7. ارفع لوح الزجاج عن الورقة البيضاء وأعد ضبط المجهر إلى أن ترى العلامة (ق) بوضوح، ثم سجل قراءة التدريج الرأسي ولتكن (ف3) كما في الشكل (ج).

8. كرر الخطوات السابقة باستخدام الوجه الآخر للوح الزجاج، ثم خذ متوسط قيمتي معامل الانكسار .

حساب النتائج :

معامل الانكسار لمادة الزجاج المستخدم = $\frac{\text{البعد الحقيقي للجسم}}{\text{البعد الظاهري للجسم}}$

البعد الحقيقي = ف1 - ف3

البعد الظاهري = ف1 - ف2

ثانياً: كيفية استخدام الجهاز لقياس سمك جسم دقيق جداً

- تجربة :

كيفية إيجاد سمك شعره.

- الأدوات المستخدمة :

مجهر ذو الورنية، شعرة.

- خطوات العمل :

1. هيء المجهر للعمل، بوضعه على سطح مستو وتسويته باستخدام براغي التسوية (ي).
2. ضع الشعرة بشكل عرضي على قاعدة الجهاز (ب).
3. ضع المجهر (و) رأسياً فوق الشعرة، ثم اضبطه باستخدام المقبض (ح) بحيث ترى الشعرة بوضوح من خلال العدسة العينية.
4. اضبط الخط الموازي للشعرة من خطي التقاطع على إحدى حافات الشعرة باستخدام المقبض (ز)، ثم سجل قراءة التدريج الأفقي، ولتكن (ف1).
5. حرك المجهر جانباً باستخدام المقبض (ز) لينطبق خط التقاطع نفسه على الحافة الأخرى للشعرة، ثم سجل قراءة التدريج الأفقي ولتكن (ف2).

6. كرر هذه العملية مرات عدة، لتحصل على أكثر من قراءة، على أن تكون القراءة الأولى (ف1) والثانية (ف2)، ثم خذ متوسط سمك الشعرة.

- حساب النتائج:

سمك الشعرة = القراءة الثانية – القراءة الأولى

= ف2 – ف1

كيفية المحافظة على الجهاز:

للمحافظة على الجهاز وبقائه صالحاً للاستخدام أطول فترة ممكنة عليك يُنصح باتباع التعليمات التالية:

- استعمل ورقاً خاصاً لتنظيف العدسات لتجنب تلفها أو خدشها، واعمل على تغطيتها والجهاز بالبلاستيك الخاص، وأعد الجهاز إلى صندوقه مباشرة بعد الاستعمال.
- ارفع الجهاز من الذراع بإحدى اليدين وضع اليد الأخرى تحت قاعدته عند نقله من مكان لآخر.
- استخدم الضوابط الخاصة بالجهاز بلطف حتى لا تتلف مسنناتها.
- احفظ الجهاز في مكان جاف بعيداً عن الرطوبة أو مصادر المياه، لضمان سلامته، ومنع نمو العفن عليه والذي يتلف العدسات .
- ضع قطرات من الزيت على المسننات إذا كانت الضوابط لا تعمل بسهولة، ولا تتعامل معها بشدة لأن ذلك يتلفها .

الأعطال الممكن حدوثها للجهاز وكيفية التعامل معها :

1. إذا كانت الضوابط لا تعمل بسهولة: فضع بضع قطرات من الزيت على مسننات الجهاز، ثم انتظر قليلاً قبل إعادة استخدام هذه الضوابط.
2. إذا كانت الصورة غير واضحة بسبب وجود غبار على عدسات المجهر: فاعمل على تنظيف العدسات باستخدام ورق التنظيف الخاص بها، مبللاً بقليل من الزايلين.
3. لا تعبث بالجهاز في حال وجود خلل لا تتمكن من إصلاحه، واستعن بالمختصين لإجراء الصيانة اللازمة له.

مولد فان دي غراف Van De Graaff Generator

أنواع الجهاز (من حيث طريقة التشغيل):

- كهربائي.
- يدوي.

استخدام الجهاز:

يستخدم مولد فان دي غراف لتوليد جهد عال، قد يصل إلى (75 ألف فولت) تقريبا (D.C)، علماً أن تأثير هذا الجهد يكون بسيطاً جداً قد لا يتعدى (لسعة بسيطة) لأن التيار الكهربائي المتولد معدوم .

ويتأثر الجهد المتولد بعوامل عدة منها :

- مساحة سطح القبة.
- تثبيت الحزام الناقل.
- المسافة بين القبة والقاعدة.
- نظافة سطح القبة.

تركيب الجهاز:



يتركب مولد فان دي غراف من الأجزاء الآتية :

1. مجمع الشحنات (القبة): تتجمع الشحنات المتولدة عليها ، وتكون هذه القبة عادة على شكل كرة جوفاء مصنوعة من الألومنيوم، وقد تكون ملساء أو مصنوعة من الشبك.

2. الحامل: يحمل البكرة العلوية التي يتحرك عليها الحزام الناقل، ويقوم أيضاً بحمل القبة وتثبيتها بالشكل المناسب، ويصنع هذا الحامل غالباً من البلاستيك أو من مادة عازلة .
3. الفرشاة المعدنية: توجد مباشرة تحت القبة وفوق الحزام الناقل، وتتصل بشكل جيد بالقبة، وتقوم بنقل الشحنات من الحزام إلى القبة (مجمع الشحنات).
4. البكرة العليا والبكرة السفلى: يتحرك الحزام الناقل عليهما بحرية وسهولة.
5. الحزام الناقل : ينقل الشحنات المتولدة إلى مجمع الشحنات عبر الفرشاة المعدنية التي يمر بالقرب منها تحت القبة.
6. محرك التشغيل.
7. القاعدة.
8. ناقل الشحنة: وهو جسم كروي يتصل بمقبض معزول، وظيفته نقل الشحنة من مجمع الشحنات إلى الكشاف الكهربائي.
9. مجموعة ملحقات مع الجهاز، منها: مروحة صغيرة، إبرة أو رأس مدبب، أنبوبة فلورنسين، مجموعة كرات داخل علبة شفافة، مجموعة شعرات على حامل، كرة صغيرة مع حامل، اسطوانة معدنية.



وهذه الملحقات قد تكون مزودة مع الجهاز وقد لا تكون.

طريقة استخدام الجهاز:

لاستخدام الجهاز وتوظيفه بالشكل الصحيح تتبع الخطوات التالية:

1. ركب الجهاز كما هو موضح في الشكل السابق.
2. صل الجهاز، إذا كان كهربائياً، بالتيار الكهربائي بعد أن تتأكد أنه يعمل على جهد التيار نفسه الموجود في المختبر.
3. شغل الجهاز واتركه يعمل خمس دقائق على الأقل.
4. استخدم ناقل الشحنة إذا أردت نقل الشحنة من الجهاز إلى الكشاف الكهربائي، وذلك بتقريبه من قبة الجهاز، فستلاحظ عند ذلك انتقال شرارة أو شرارات عدة من القبة إلى ناقل الشحنة، ثم قرب الناقل من قرص الكشاف فستلاحظ انفراجاً في ورقتي الكشاف.

تطبيقات عملية باستخدام مولد فان دي غراف:

لجهاز فان دي غراف استخدامات عدة نذكر منها:

1. إذا وضعت رأساً مدبباً فوق قبة الجهاز وقربت ناقل الشحنة من القبة فإنك تلاحظ عدم ظهور الإشارة بين الكرتين، ويمكن تفسير هذا بعمل مانعة الصواعق، حيث تقوم الأجسام المدببة بتفريغ الشحنات المتكونة مباشرة ولا تسمح لها بالتجمع .
2. إذا وضعت مروحة صغيرة فوق قبة الجهاز فستلاحظ دوران هذه المروحة.
3. إذا وضعت علبة الكرات الصغيرة فوق القبة فستلاحظ تناثر الكرات عن بعضها.
4. إذا وضعت أنبوبة فلورنسين فوق القبة، فستلاحظ توهجها .

5. إذا وضعت مجموعة الشعيرات الصغيرة فوق القبة فستلاحظ تناثرها عن بعضها وانتصابها .

السلامة في التعامل مع الجهاز وكيفية حفظه:

لضمان سلامتك وسلامة الطلبة أثناء استخدام الجهاز يُنصح إتباع ما يلي:

1. لا تلمس مفتاح التشغيل ويدك مبللة بالماء.
2. افحص الجهاز بشكل دوري وتفقد كيبل الكهرباء، واعمل على صيانته أو استبداله إذا لاحظت وجود مناطق معراة منه.
3. لا تستخدم مؤشراً معدنياً عند التعامل مع الجهاز.
4. لا تعبث بمحتويات الجهاز إذا كان بحاجة إلى صيانة داخلية، واستعن بالمختصين لإجراء الصيانة اللازمة .
5. احفظ الجهاز بعيداً عن الرطوبة وأشعة الشمس المباشرة.
6. احفظ الجهاز بعيداً عن أبخرة المواد الكيميائية.
7. نظف قبة الجهاز باستمرار باستخدام ورق التنظيف مع قليل من الكحول وجففها جيداً قبل الاستعمال .

الأعطال الممكن حدوثها للجهاز وكيفية التعامل معها:

1. إذا كان الجهاز يعمل دون أن يعطي إشارة، اعمل ما يلي:

- افصل الجهاز عن التيار الكهربائي.
- تأكد أن الفرشاة المعدنية تلامس سطح الحزام الناقل بشكل جيد.
- نظف قبة الجهاز بورق تنظيف مبلل بقليل من الكحول وجففها جيداً.
- اترك الجهاز دقائق عدة تحت أشعة الشمس للتخلص من الرطوبة.
- اترك الجهاز يعمل دقائق عدة قبل إجراء التجربة.

2. إذا كان المحرك يعمل في حين أن الحزام الناقل لا يتحرك اعمل ما يلي:

- افصل الجهاز عن التيار الكهربائي.
- تأكد أن الحزام الناقل مثبت بطريقة صحيحة، علماً أن أفضل تثبيت للحزام الناقل عندما يكون تذبذبه أقل ما يمكن.
- شغل الجهاز، وإذا لم يتحرك الحزام فاعمل على تحريكه حركة بسيطة بيدك.

3. إذا كان المحرك لا يعمل أجر ما يلي :

- افصل الجهاز عن التيار الكهربائي ثم تأكد من وصول التيار إلى المختبر.
- تأكد من صلاحية (الابريز) و(فيش) الجهاز، ومنصهر الحماية الخاص بالجهاز.
- تأكد من عدم وجود قطع في سلك التيار الكهربائي الخاص بالجهاز وذلك باستخدام جهاز (الأفوميتر).
- أعد توصيل الجهاز بالكهرباء، وإذا لم يعمل على الرغم من سماع صوت المحرك فساعده على الحركة بتحريك الحزام الناقل.
- إذا لم يعمل الجهاز فاستعن بالمختصين لإجراء الصيانة اللازمة له.

ملف رمكورف (ملف حثي) Induction Coil

استخدام الجهاز:

يستخدم ملف رمكورف لإنتاج شحنة تفريغ عالية الجهد ، وذلك بتحويل جهد منخفض D.C إلى جهد عالٍ .

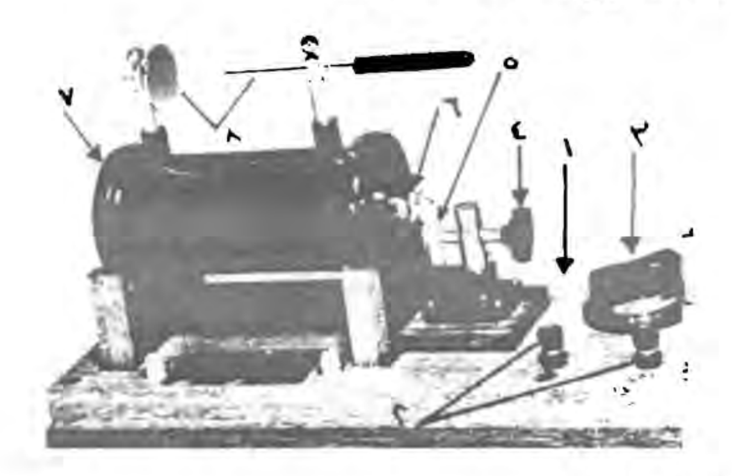


تركيب الجهاز:

يتركب ملف رمكورف من الأجزاء الرئيسة الآتية:

1. القاعدة: وتصنع عادة من الخشب، ويُثبت عليها جميع أجزاء الجهاز.
2. مدخل التيار: قطبان أحدهما موجب والآخر سالب .
3. مفتاح التشغيل: يكون غالباً بشكل مفتاح عاكس.
4. براغي المعايرة: تستخدم لمعايرة الجهاز.
5. ذراع الاهتزاز.
6. نقطة الاتصال: تصنع غالباً من البلاتين أو الفضة، ويجب تنظيفها باستمرار باستخدام ورقة (سنفرة) لضمان اتصالها بالملف بشكل جيد.

7. الملف: ويتألف عادة من ملفين: أحدهما يسمى الملف الإبتدائي وتبلغ عدد لفاته (240 - 250) لفة تقريباً، والآخر يسمى الملف الثانوي وتبلغ عدد لفاته (40.000 - 100.000) لفة تقريباً.
8. قطبا التفريغ: تنتقل الشحنة بينهما.



طريقة استخدام الجهاز:

1. نظف الجهاز قبل الاستخدام، وخاصة نقطة لاتصال، وذلك باستخدام ورقة (سنفرة)، ثم ركب قطبي التفريغ كما هو مبين في الشكل السابق.
2. تأكد من جهد التيار الذي يعمل عليه الجهاز، وغالباً يعمل ملف رمكورف على جهد يتراوح بين (6 - 8 فولت) D.C.
3. صل الجهاز بمصدر قدرة للجهد المنخفض عن طريق مدخل التيار، واحرص على ترتيب الأقطاب (السالب والموجب) واستخدم أسلاك توصيل خاصة.
4. صل مصدر القدرة بالتيار الكهربائي، واحرص أن يكون التيار الخارج من مصدر القدرة باتجاه الملف لا يتعدى (8 فولت) D.C.

5. شغل الجهاز باستخدام مفتاح التشغيل الخاص بالملف، واعمل على معايرته باستخدام براغي المعايرة، إلى أن تظهر شرارة عند نقطة اتصال ذراع الاهتزاز بالملف، حيث تظهر بعد ذلك الشحنة بين قطبي التفريغ .
6. إذا لم تظهر الشحنة بين قطبي التفريغ، افصل التيار الكهربائي عن الجهاز، وأعد عملية تنظيف نقطة الاتصال ثانية، وقرب قطبي التفريغ من بعضهما قليلاً، ثم أعد تشغيل الجهاز .
7. فرغ الشحنات بعد الانتهاء من استخدام الجهاز، وذلك بملامسة الأقطاب ببعضها أو باستخدام سلك معزول يصل بين الأقطاب دون أن يلامس يديك.

تطبيقات عملية باستخدام ملف رمكورف:

- تجربة:

تشغيل أنابيب الأشعة المهبطية باستخدام ملف رومكورف.

- أنواع أنابيب الأشعة المهبطية:

أ. أنبوب مخلخل الغاز به حاجز.

ب. أنبوب مخلخل الغاز به مروحة.

ج. أنبوب مخلخل الغاز بالقرب من أحد قطبيه حاجز به شق أو ثقب.



- طريقة العمل:



1. شغل ملف رمكورف كما مر سابقاً.
2. افصل التيار الكهربائي عن الملف ثم فرغ الشحنة من الجهاز بملامسة الأقطاب ببعضها، أو باستخدام سلك معزول، مع مراعاة عدم ملامسة الأقطاب ليديك، ثم ارفع الأقطاب من مواقعها أو اجعلها غير متقابلة.
3. صل قطبي أنبوبة الأشعة بطرفي ملف رمورف باستخدام أسلاك التوصيل (مكان وضع أقطاب التفريغ).
4. صل الملف بمصدر القدرة ذي الجهد المنخفض، على أن لا يتعدى جهد التيار الواصل للملف (8 فولت D.C).
5. إذا لم تظهر الأشعة داخل الأنبوب.

- تفقد أسلاك التوصيل جيداً من حيث صلاحيتها وكيفية توصيلها.
- اعمل على معايرة ملف رمكورف باستخدام براغي المعايرة.

السلامة في التعامل مع الجهاز:

- لا تستخدم مؤشراً معدنياً في أثناء عمل ملف رمورف.
- لا تلمس قطبي التفريغ والجهاز يعمل.
- لا تلمس قطبي التفريغ قبل تفريغ الملف من الشحنة.
- احفظ الجهاز بعيداً عن الرطوبة ومصادر المياه والغبار .
- تأكد من جهد التيار الذي يعمل عليه الجهاز قبل تشغيله، وعادة يعمل ملف رمكورف على جهد يتراوح بين (6 - 8 فولت) D.C .

- لاتصل الجهاز مباشرة بالتيار الكهربائي بل استخدم مصدر قدرة للجهد المنخفض ليعطي الملف الجهد المطلوب .
- فرغ الملف من الشحنات مباشرة بعد الانتهاء من استخدامه، وذلك بملامسة الأقطاب ببعضها أو باستخدام سلك معزول، واحذر أن تلامس يداك الأقطاب قبل تفريغها.
- استخدم طريقة العرض عند إجراء التجارب المتعلقة بملف رمكورف؛ لخطورتهما ولضمان سلامة الطلبة .
- لا ترتد ربطات العنق أو السلاسل المعدنية أثناء التعامل مع الجهاز، واحذري، زميلتي المعلمة، من تدلي شعرك بين قطبي الجهاز في أثناء عمله.

الأعطال الممكن حدوثها للجهاز وكيفية التعامل معها

1. إذا كان الجهاز لا يعمل :

- تفقد التيار الكهربائي في المختبر فقد يكون مقطوعاً.
- تفقد مخرج التيار الكهربائي الابريز فقد يكون معطلاً.
- تفقد مصدر القدرة المستخدم فقد يكون معطلاً .
- تفقد أسلاك التوصيل المستخدمة من حيث وجود قطع فيها، وذلك باستخدام جهاز الأفوميتر.
- نظف مفتاح التشغيل من الصدأ والغبار المتراكم باستخدام ورق (سنفرة) ومادة التنظيف الخاصة (الكونتكت).
- تأكد أن فرق الجهد الخارج من مصدر القدرة باتجاه الملف لا يتعدى (8 فولت D.C).

2. إذا لم يظهر الشحنة بين قطبي التفريغ فاعمل على :

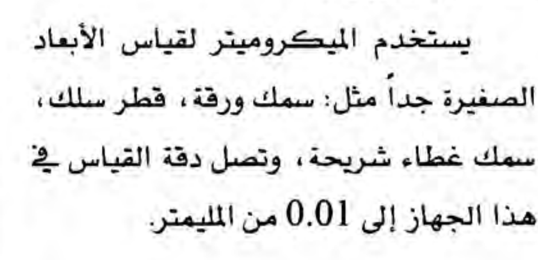
- تنظيف نقطة الاتصال بشكل جيد باستخدام ورقة سنفرة.
- معايرة الملف بوساطة براغي المعايرة.
- تقريب قطبي التفريغ من بعضهما.

ملاحظة:

عند عدم الحصول على النتيجة المطلوبة بعد معالجة الأعطال الممكن حدوثها ، استعن بالمختصين لإجراء الصيانة اللازمة للجهاز ولا تحاول العبث بإجزائه الداخلية.

الميكروميتر Micrometer

استخدام الميكروميتر:





يستخدم الميكروميتر لقياس الأبعاد الصغيرة جداً مثل: سمك ورقة، قطر سلك، سمك غطاء شريحة، وتصل دقة القياس في هذا الجهاز إلى 0.01 من المليمتر.

تركيب الميكروميتر:

يتركب الميكروميتر من الأجزاء الرئيسة الآتية:

أ. مقبض متحرك: ينتهي بطرف مخروطي الشكل، مدرج إلى 100 قسم، وقد يكون مدرجاً إلى 50 قسماً متساوياً "التدريج الدائري".

ب. ساق ثابته: يدور حولها المقبض المتحرك، ومدرجة إلى مليمترات وأنصاف المليمترات "التدريج الأفقي".



ج. جزء معدني على شكل حرف U: يمر برغي مسنن من أحد طرفيه (كما يظهر في الشكل) وتكون بعض هذه الأجهزة مزودة بمفتاح صغير على أحد طرفي هذا الجزء، وظيفته تثبيت القراءة بعد الانتهاء من عملية القياس.

طريقة استخدام الميكروميتر :

1. حرك المقبض المتحرك باتجاه عقارب الساعة إلى أن تنطبق النقطة (س) على النقطة (ص)، عندها ستنطبق حافة الجزء المخروطي من المقبض المتحرك عند النقطة صفر على خط الصفر في تدريج الساق الثابتة.
2. حرك المقبض المتحرك باتجاه عكس عقارب الساعة، ثم ادخل الجسم المراد قياس سمكه بين الفكين (س، ص).
3. حرك المقبض المتحرك باتجاه عقارب الساعة حتى ينطبق الفكان (س، ص) على الجسم المراد قياس سمكه، وتسمع صوت (تكه) من الجهاز .
4. ثبت القراءة التي حصلت عليها باستخدام مفتاح التثبيت، ثم اقرأ القياس كالآتي:
   - اقرأ المليمترات من التدريج الأفقي.
   - اقرأ أجزاء المليميترات (بالمئة) من التدريج الدائري (بقراءة النقطة المنطبقة على الخط الأفقي للمحور الثابت).

مثال:

عند قياس سمك ورقة، كانت القراءات كالآتي :

- التدريج الأفقي = 2.5 مليمتر .
- التدريج الدائري = 25 جزء .
- سمك الورقة = 2.5 + (25 × 0.01)، حيث (0.01) دقة القياس.

= 0.25 + 2.5

= 2.75 مم

السفيروميتر Spherometer

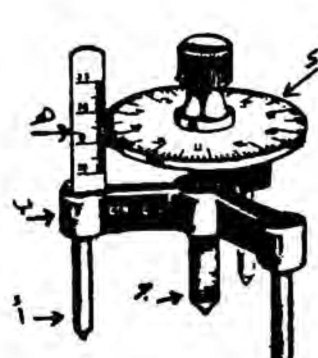


استخدام السفيروميتر:

يستخدم السفيروميتر لقياس مقدار تحدب أو تقعر سطح ما، كتحدب العدسات والمرايا وغيرها، وتصل دقة القياس في السفيرومتير إلى 0.01 مم.

تركيب السفيروميتر:

يتركب السفيروميتر من الأجزاء الرئيسة الآتية:



أ. **الأرجل الثلاث:** وهي ثابتة لا تتحرك، وتستخدم لتثبيت الجهاز بشكل مناسب على الجسم المراد قياس تحدبه أو تقعره.

ب. القاعدة: وهي الجزء الذي تتركب عليه بقية أجزاء الجهاز.

ج. ساق لولبية: تتحرك بحرية صعوداً وهبوطاً حسب مقدار تحدب السطح أو تقعره، ويتركب عليها من الأعلى قرص مدرج.

د. القرص المتحرك: وهو مقسم إلى 100 قسم، كل قسم يساوي 0.01 مم، ويتحرك القرص بحرية تامة حسب ارتفاع أو انخفاض الساق اللولبية التي يرتكز عليها.

هـ. المسطرة الرأسية: وهي جزء ثابت من الجهاز مدرجة بالملميترات، يقع الصفر في منتصفها، ويستخدم التدريج الواقع فوق الصفر لقياس التحدب، أما التدريج الواقع أسفل الصفر فيستخدم لقياس التقعر، ويحسب عادة بالسالب .

طريقة استخدام السفيروميتر:

1. ضع الجهاز على سطح مستو (مثل لوح من الزجاج) وأدر القرص إلى أن ينطبق الطرف المدبب من الساق اللولبية (ج) على السطح العلوي للوح الزجاج، عندها ستلاحظ انطباق صفر القرص المتحرك على صفر التدريج الرأسي الثابت.
2. إذا لم ينطبق صفر القرص المتحرك على صفر التدريج الرأسي، فاحسب الخطأ الصفري .
3. أدر القرص إلى أن يرتفع الرأس المدبب للساق اللولبية إلى أعلى ارتفاع ممكن .
4. ضع السفيروميتر على السطح المراد قياس تحدبه أو تقعره بحيث تنطبق الأرجل الثلاث على السطح بشكل جيد.
5. أدر القرص باتجاه عقارب الساعة إلى أن يلامس الطرف المدبب للساق اللولبية السطح المراد قياس تحدبه أو تقعره مع المحافظة على وضع الأرجل الثلاث في مكانها الأصلي .
6. إقرأ النتيجة كالآتي:

أ. اقرأ المليمترات من التدزيج الرأسي الثابت.

ب. اقرأ أجزاء المليميترات " بالمئة" من تدريج القرص المتحرك (وذلك بقراءة الرقم أو التدريج الذي ينطبق على المسطرة الرأسية للسفيروميتر).

ج. احسب النتيجة كالآتي:

قراءة المليمترات من التدريج الرأسي + (قراءة تدريج القرص × 0.01)

مثال :

عند قياس تقعر عدسة مقعرة كانت القراءات كالآتي :

1. التدريج الرأسي الثابت = 3 مم تحت الصفر.
2. تدريج القرص المتحرك = 17 جزء .

تقعر المرآة = 3 + (17 × 0.01)

(س) = 3 +0.17

= 3.17 مم

وبما أن العدسة مقعرة إذن :

س = - 3.17 مم

ملاحظة:

لحساب نصف قطر المرآة أو العدسة باستخدام السفيروميتر استخدم العلاقة الآتية:

$$\text{نق} = \left[\frac{\text{ص}^2}{6\,\text{س}} + \frac{\text{س}}{2}\right] \text{مم}$$

حيث:

ص: *المسافة بين رجلي الجهاز.*

س : *تقعر المرآة.*

القدمة ذات الورنية

Sliding Vernier Caliper

استخدامات الأداة:

تستخدم القدمة ذات الورنية لقياس :

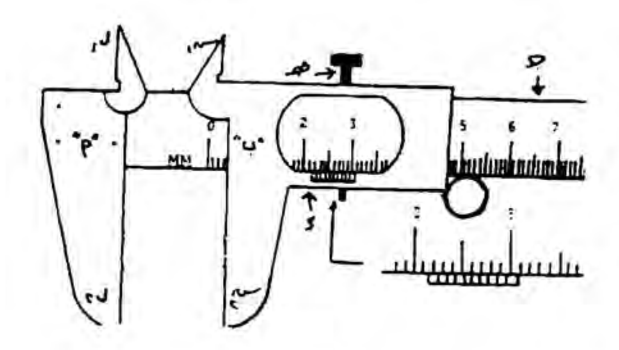


1. قطر جسم صغير نسبياً.
2. سمك جسم رفيع نسبياً.
3. عمق ما.

تركيب الجهاز:

تتركب القدمة ذات الورنية من الأجزاء الآتية:

أ. الفك الثابت: ينتهي هذا الفك بشعبتين (ل1 ، ل2) كما يظهر في الشكل أدناه:



ب. الفك المتحرك: وينتهي هو الآخر بشعبتين (س1 ، س2).

ج. الساق: مسطرة مدرجة بالسنتمترات والمليمترات وتنتهي بالفك الثابت.

د. الورنية: الجزء الذي ينزلق على الساق وتثبت به بوساطة المسمار المحوري، وتحمل هذه الورنية تدريجاً يتألف من تسعة أجزاء متساوية طولها الكلي (9) مليمترات، وتنتهي هذه الورنية بالفك المتحرك .

هـ. المسمار المحوري: وظيفته تثبيت الورنية جيداً بعد أخذ القياس حتى لا تتحرك.

و. برغي التحريك: وظيفته تحريك الورنية بسهولة ويسر على الساق.

ز. وهناك جزء آخر يقع خلف الساق يتحرك مع حركة الورنية ويستخدم لحساب عمق ما .

طريقة استخدام الأداة:

1. حرك الورنية إلى الأمام إلى أن ينطبق الفك المتحرك على الفك الثابت، عندها ستلاحظ انطباق صفر الورنية على صفر المسطرة (الساق).
إذا لم ينطبق صفر الورنية على صفر المسطرة فاحسب الخطأ الصفري وأجر التصحيح اللازم بعد أخذ القراءة

2. ادخل الفكين (س1، ل1) داخل الاسطوانة (إذا كانت مفرغة) لقياس قطرها الداخلي، ثم افتح الفكين عن بعضهما باستخدام برغي التحريك حتى ينطبق سطحا الفكين الخارجيين على جدار الاسطوانة الداخلي.

تدريج الورنية

3. ثبت الورنية جيداً باستخدام المسمار المحوري حتى لا تتحرك، ثم أخرج الجهاز واقرأ النتيجة كالأتي:

أ. اقرأ السنتمترات والمليمترات الكاملة باستخدام تدريج المسطرة "الساق".

ب. اقرأ أجزاء المليمترات بالعشرة باستخدام تدريج الورنية (وذلك بقراءة أول تدريج للورنية ينطبق على أي تدريج في المسطرة).

4. كيفية القراءة: سجل الرقم الذي يسبق صفر الورنية إلى اليسار، (ويساوي 1.8 سم كما يظهر في الصورة المبينة أعلاه)، ثم سجل رقم أول تدريج في الورنية ينطبق على أي تدريج في المسطرة على اعتبار أنه جزء من المليمتر، (وكما يظهر في الشكل السابق كان التدريج الخامس من الورنية هو الذي انطبق على تدريج المسطرة) .

فتكون النتيجة = 1 سم + 8 مم + 0.05 مم

= 1.85 سم

5. إذا أردت استخدام القدمة الورنية لقياس قطر خارجي فضعه بين الفكين (س2، ل2). ولقياس عمق ما استخدم الجزء الرفيع الذي يقع خلف المسطرة، ولقراءة النتائج استخدم الطريقة السابقة.

المطياف الضوئي Spectrometer

استخدامات الجهاز:



لجهاز المطياف الضوئي استخدامات عدة منها:

1. قياس زاوية رأس المنشور.
2. قياس زاوية الانحراف الصغرى.
3. إيجاد معامل انكسار مادة المنشور.

تركيب المطياف الضوئي:

يتركب المطياف الضوئي من الأجزاء الرئيسة الآتية:

1. المقراب Telescope



وظيفته مساعدة العين البشرية على رؤية الطيف المتكون بدقة ووضوح، ويتركب المقراب "التلسكوب" من الأجزاء الآتية:

أ. العدسة العينية: وهي مزودة بخطين متعامدين (+) في بعض الأجهزة، وفي أجهزة أخرى يكون الخطان المتعامدان مثبتين على قرص دائري زجاجي يقع تحت العدسة العينية ويمكن تحريكه بوساطة قرص معدني يقع في بداية أنبوب التلسكوب.

ب. ضابط التلسكوب: يستخدم لتحريك أنبوبة التلسكوب إلى الأمام وإلى الخلف.

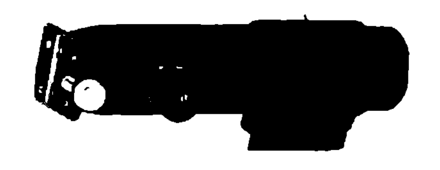
ج. أنبوبة التلسكوب.

د. العدسة الشيئية للتلسكوب.

هـ. حامل أنبوبة التلسكوب: وهو قابل للدوران بحرية حول المقياس الدائري.

و. ضابط تحريك القرص الدائري الذي يحمل التلسكوب: وظيفته تحريك التلسكوب مسافات صغيرة جداً.

2. المجمع Collimator



وظيفته تكوين خيط رفيع من الضوء على شكل حزمة من الأشعة المتوازية. ويتكون المجمع من الأجزاء الآتية:

أ. العدسة الشيئية للمجمع: وتقع في بداية أنبوب المجمع بالقرب من المنضدة.

ب. حامل أنبوبة المجمع، وهو جزء ثابت غير متحرك

ج. أنبوبة المجمع.

د. ضابط المجمع: وظيفته تحريك أنبوبة المجمع إلى الأمام والخلف.

هـ. ضابط فتحة المجمع: وظيفته التحكم في مقدار فتحة المجمع وسمكها، لتتمكن من إدخال خيط رفيع من الضوء على شكل حزمة من الأشعة المتوازية.

و. فتحة المجمع: تسمح بدخول كمية الضوء المطلوبة.

3. المنضدة Turn Table



وتستخدم لوضع المنشور أو محزوز الحيود عليها في وضع مناسب بين المجمع والمقراب "التلسكوب"، وهي على شكل مستدير، وتتحرك بحرية بشكل دائري حول محور عمودي، ومزودة بالأجزاء الآتية:

أ. محور عمودي: يسهل حركة المنضدة بشكل دائري، ويقع أسفل منها.

ب. ماسك: يستخدم لتثبيت المنشور أو محزوز الحيود بالشكل المناسب فوق المنضدة.

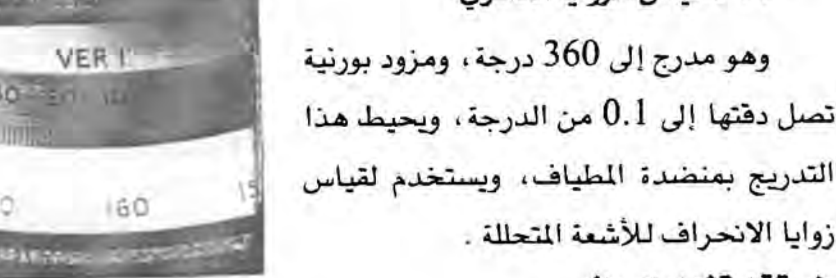
ج. برغي التثبيت: يستخدم لتثبيت المنضدة في الوضع المناسب.

د. براغي التسوية الثلاثة: تستخدم لتسوية المنضدة في وضع أفقي.

هـ. قرص دائري متحرك: يقع أسفل المنضدة، ومزود بنافذة أو اثنتين لقراءة الورنية.

و. ضابط حركة القرص: يستخدم لتحريك القرص الذي يحمل المنضدة حركة طفيفة حسب المطلوب.

4. مقياس الزوايا الدائري



وهو مدرج إلى 360 درجة، ومزود بورنية تصل دقتها إلى 0.1 من الدرجة، ويحيط هذا التدريج بمنضدة المطياف، ويستخدم لقياس زوايا الانحراف للأشعة المتحللة.

طريقة استخدام الجهاز:

تهيئة الجهاز :

يجب تهيئة المطياف الضوئي بشكل مناسب قبل إجراء التجربة حتى تحصل على قياسات صحيحة ودقيقة، وتتم تهيئة الجهاز على النحو الآتي:

أ. ضبط الجهاز: يوضع الجهاز على سطح مستو، يقابل جسماً واضحاً بشكل جيد على بعد معين (شجرة مثلا).

ب. ضبط المقراب (التلسكوب): توجه العدسة الشيئية نحو الجسم البعيد (شجرة، عمود)، بحيث تتم رؤية هذا الجسم بوضوح من خلال العدسة العينية عند ضبطها بالشكل المناسب، وأفضل طريقة لضبط المقراب أن يكون أحد خطي التقاطع (+) في العدسة العينية منطبقاً تماماً على صورة الجسم البعيد، عندها يكون المقراب مهيئاً لاستقبال الأشعة المتوازية وتكوين صورة واضحة لها .

ج. ضبط المجمع : يتم ضبط المجمع كما يأتي :

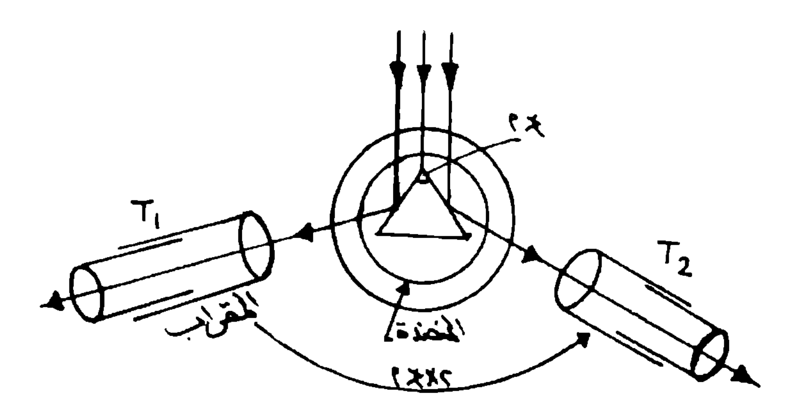
1. ضع مصدر الضوء خلف الشق مباشرة .
2. حرك المقراب إلى أن يصبح على استقامة واحدة مع المجمع .
3. انظر من خلال العدسةالعينية للمقراب إلى صورة الشق، ثم اضبط الشق باستخدام الضابط الخاص بالتحكم في فتحه الشق .
4. حرك المجمع إلى الأمام باستخدام ضابط المقراب حتى ترى الصورة من خلال المقراب.
5. اضبط المقراب بشكل مناسب باستخدام ضابط المقراب حتى تظهر صورة الشق بوضوح تام.

6. اضبط أحد خطي التقاطع في العدسة العينية للمقراب على صورة الشق المتكونة، وذلك بتحريك القرص الواقع أمام العدسة العينية حركة دائرية، وبعدها يكون الجهاز مهيئاً للاستخدام.

تطبيقات عملية باستخدام المطياف الضوئي:

أولاً: كيفية إيجاد قياس زاوية راس المنشور

أ. ثبت المنشور على منضدة الجهاز، بحيث تكون زاوية رأس المنشور المراد قياسها متجهة نحو المجمع (عند سقوط الأشعة على رأس المنشور فإنها تنعكس عن سطحي المنشور المكونين لزاوية الرأس).



ب. حرك التلسكوب حول المنشور حتى تتمكن من مشاهدة صورة واضحة للشق منعكسة عن أحد سطحي المنشور.

ج. أدر التلسكوب إلى السطح الآخر للمنشور (المشترك في تكوين زاوية الرأس) للتأكد من تشكل صورة أخرى للشق منعكسة عن هذا السطح.

د. ثبت أحد خطي التقاطع في العدسة العينية على صورة الشق وسجل قراءة الورنية لكل من موضعي الصورتين على سطحي المنشور،

(يمكنك الاستعانة بكيفية استخدام القدمة ذات الورنية التي مر ذكرها في هذا الفصل، للتدرب على كيفية قراءة الورنية).

هـ. جد الفرق بين القراءتين، حيث يمثل الناتج ضعف زاوية رأس المنشور.

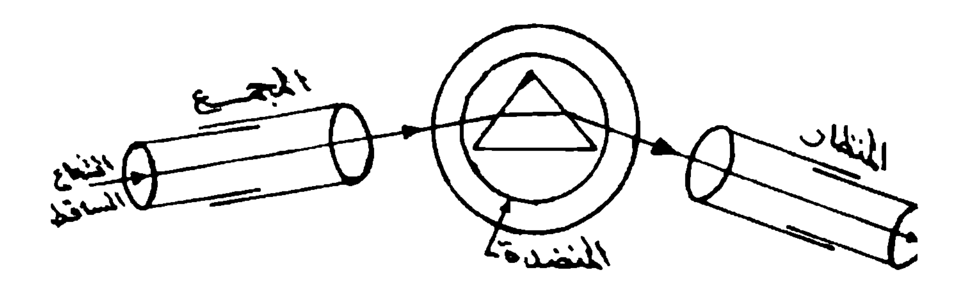
و. اقسم الناتج على 2 لتحصل على قياس زاوية رأس المنشور

ثانياً: كيفية إيجاد قياس زاوية الانحراف الصغرى

أ. هيء الجهاز كما مر سابقاً.

ب. ضع المجمع والمقراب على استقامة واحدة (كما مر سابقاً عند الحديث عن كيفية ضبط المجمع في تهيئة الجهاز) ثم سجل القراءة التي تظهر من خلال نافذة مقياس الزوايا الدائري.

ج. ضع المنشور على منضدة الجهاز، بحيث تضمن سقوط الشعاع المار من خلال شق المجمع على أحد وجهيه ونفاذه من الوجه المقابل له بعد انكساره داخل المنشور.



د. ادر المقراب نحو الوجه الآخر للمنشور لاستقبال صورة الشق المنعكسة عن الوجه الأول للمنشور بشكل واضح، حتى تنطبق صورة الشق على أحد خطي التقاطع في العدسة العينية، ثم ثبت حركة المقراب باستخدام البرغي الخاص بذلك.

هـ. أدر القرص الذي يحمل المنضدة باستخدام ضابط التحريك الخاص به، مع متابعة صورة الشق من خلال عينية المقراب، على أن تتم عملية الدوران بمنتهى الدقة والانتباه والبطء، فتلاحظ أن صورة الشق تتحرك باتجاه معين.

و. استمر في إدارة القرص والنظر من خلال المقراب إلى أن تلاحظ توقف صورة الشق عن الدوران في نقطة معينة، ثم يبدأ اتجاه حركتها بالانعكاس، علماً بأن دوران القرص ظل في الاتجاه نفسه، (يمكنك تحريك المقراب باستخدام الضابط الخاص به إذا توقف دوران القرص قبل أن تنعكس حركة صورة الشق، على أن تكون حركة المقراب بالاتجاه نفسه لحركة المنضدة) .

ز. سجل الزاوية التي توقف عندها دوران الشق ثم انعكس اتجاه حركته.

ح. طبق البندين (هـ ، و) مرات عدة مع تسجيل الزاوية في كل مرة لتحصل على أدق زاوية ممكنة.

ط. احسب زاوية الانحراف الصغرى بإيجاد الفرق بين القراءتين في كل من البندين (ب، و).

كيفية المحافظة على الجهاز :

- احفظ الجهاز في مكان جاف بعيداً عن الرطوبة ومصادر المياه وأشعة الشمس المباشرة.
- احفظ الجهاز بعيداً عن أبخرة المواد الكيميائية.
- غط العدسات بغطائها الخاص بعد الانتهاء من استخدام الجهاز، وأعده إلى غلافه البلاستيكي، ثم ضعه في صندوقه الخاص وضع الصندوق في مكانه المناسب.

- نظف العدسات بورق التنظيف الخاص بالعدسات أو بقطعة قماش ناعم مبللة بالزايلين، ولا تستخدم الكحول في تنظيفها.
- تعامل مع الجهاز بلطف واستخدم مادة التنظيف (الكونتكت) على المسننات إذا شعرت بشدة في حركة الحوامل أو المنضدة وضوابط التحريك.
- استخدم يديك الاثنتين في حمل الجهاز لنقله من مكان لآخر داخل المختبر، لتجنب سقوط أي جزء منه.

الأعطال الممكن حدوثها للجهاز وكيفية العامل معها

1. **إذا كانت الرؤية غير واضحة في المقراب:**

أ. حرك ضابط التحكم في المقراب إلى الأمام والخلف، فقد تكون الصورة بحاجة إلى توضيح بشكل أفضل.

ب. نظف العدسات بورق التنظيف الخاص أو بورق ناعم مبلل بالزايلين ثم جففها جيداً.

2. **إذا كانت الضوابط لا تعمل أو تتحرك بشدة:**

أ. نظف المسننات جيداً باستخدام مادة التنظيف "الكونتكت" الخاص بالتنظيف.

ب. ضع بضع قطرات من الزيت على المسننات لتسهيل حركتها.

ج. إذا لم تصل إلى النتيجة المرجوة، ففك برغي الضبط وتفحص المسننات جيداً، فقد تكون تالفة وتحتاج إلى استبدال، عندها يجب إرسال الجهاز للمختصين لإجراء الصيانة اللازمة.

3. إذا كانت قراءة المقياس الدائري غير واضحة :

أ. نظف العدسة المكبرة جيداً بورق التنظيف الخاص، أو بقطعة قماش ناعمة مبللة قليلاً بالزيلين ثم جففها جيداً.

ب. نظف التدريج الدائري جيداً من المواد العالقة به، باستخدام الكحول أو باستخدام مادة التنظيف "الكونتكت".

4. إذا كان حامل المقراب لا يتحرك:

تأكد من البرغي الموجود في قاعدة الجهاز والخاص بتثبيت حركة دوران أنبوبة المقراب وأجر له التنظيف اللازم أو استبدله إن كان غير صالح.

تحذيـــر:

تعامل مع المسننات بلطف وهدوء، فالشدة ربما تتلفها أو تضاعف العطل.

المدرج الهوائي Air track

مبدأ عمل الجهاز



يمكن تلخيص مبدأ عمل المدرج الهوائي، في أن الهواء المضغوط داخل أنبوبة الجهاز يندفع من خلال الثقوب المنتشرة على سطح الأنبوبة، فيعمل على رفع العربات مسافة صغيرة جداً عن سطح الأنبوبة، مما يؤدي على تخفيض الاحتكاك بين العربات والأنبوبة، ويجعل العربات تنزلق بسهولة نتيجة انعدام الاحتكاك.

استخدامات المدرج الهوائي

يستخدم المدرج الهوائي لأغراض عدة منها:

أ. إثبات قانوني نيوتن في الحركة (الأول والثاني).

ب. إثبات قانون حفظ كمية التحرك.

ج. إثبات قانون حفظ الطاقة الميكانيكية وتوضيحه (طاقة الوضع، طاقة الحركة).

د. دراسة خصائص الحركة الاهتزازية.

تركيب الجهاز

يتركب المدرج الهوائي (كمجموعة عمل) من الأجزاء الرئيسة الآتية:

1. **المدرج الهوائي، ويتركب من الأجزاء الرئيسة الآتية:**

- أنبوبة مجوفة: ذات مقطع مثلث الشكل، ملساء تنتشر الثقوب على سطحيها العلويين بشكل منتظم.
- التدريج المتري: يكون في أسفل احد الوجهين العلويين أو على مسطرة ملحقة بالجهاز.
- براغي الارتكاز: تثبت عليها الأنبوبة، ويمكن التحكم في الأنبوبة صعوداً وهبوطاً بوساطة هذه البراغي حتى تحصل على سطح مستو تماماً.



2. **ملحقات الجهاز، وتشمل :**



أ. مضخة الهواء: تعمل بالكهرباء، وتتصل بالمدرج بوساطة أنبوب بلاستيكي خاص، ووظيفتها ضغط الهواء بالقدر اللازم لخروجه من ثقوب الأنبوبة بالقدر الكافي لرفع العربات مسافة صغيرة جداً عن سطح الأنبوبة لضمان انعدام الاحتكاك بين العربات والأنبوبة.



ب. العربات المنزلقة: وتكون ذات مقطع على شكل الرقم (٨) يسمح لها بالانطباق بشكل تام على الحرف العلوي للأنبوبة.

ج. مجموعة مصادم مرنة: تصنع من مادة عالية المرونة كالمطاط مثلاً أو من نوع خاص من أنواع الحديد، تثبت على جانبي العربة أو في نهايتي الأنبوبة أو في الاثنتين معاً، بحيث تضمن تصادماً مرناً إلى حد كبير.



د. البوابات الضوئية: وعددها اثنتان، وتثبت بوساطة حامل أو أذرع خاصة على جانبي أنبوبة الجهاز، وتتصل بأسلاك توصيل بجهاز المعدات المؤقت.

تعمل هاتان البوابتان على مبدأ الخلية الكهروضوئية، فعند مرور العربة أمام البوابة الأولى تفتح الدائرة الكهربائية، ويبدأ المعداد بالعمل (Start)، وعند مرور العربة أمام البوابة الثانية يتوقف العداد عن العمل نتيجة غلق الدائرة الكهربائية (Stop).

هـ. المعدات المؤقت: وله وظائف عدة، منها: قياس الزمن الذي استغرقته العربة في قطع مسافة ما وذلك بالاعتماد على البوابات الضوئية.



و. مجموعة زنبركات وخيوط وبكرات ومطاط وأثقال وبندول بسيط وألواح صغيرة من الكرتون المقوى: تستخدم في التطبيقات العملية على المدرج الهوائي.

طريقة استخدام المدرج الهوائي

تهيئة الجهاز:

يجب تهيئة الجهاز بشكل الصحيح قبل البدء بإجراء أية تجربة عليه، حتى تحصل على نتائج دقيقة وصحيحة، وذلك كما يأتي:

- تركيب الجهاز كما هو موضح في الشكل المبين أدناه.



- تسوية الجهاز: حتى يكون في وضع أفقي، ويمكن إجراء ذلك بوضع عربة منزلقه في منتصف أنبوبة الجهاز، ثم تشغيل مضخة الهواء، فيعمل الهواء الخارج من ثقوب الأنبوبة على رفع العربة المنزلقة مسافة صغيرة، فإذا كان الجهاز مستوياً فلا تتحرك العربة من مكانها، أما إذا تحركت فاعمل على إعادة تسوية الجهاز وذلك باستخدام براغي الارتكاز المثبتة أسفل أنبوبة الجهاز، حتى تتوقف العربة المنزلقة عن الحركة كلياً.
- وصل البوابة الأولى بالعداد المؤقت عند المدخل (Start) والبوابة الثانية عند المدخل (Stop) واترك مسافة بينهما .

تطبيقات عملية باستخدام المدرج الهوائي

أولاً: إثبات قانون نيوتن الأول

> نص القانون:
>
> الجسم الساكن يبقى ساكناً ما لم تؤثر فيه محصلة قوى تحركه، والجسم المتحرك، بسرعة ثابتة وبخط مستقيم، يبقى على حاله ما لم تؤثر فيه محصلة قوى تغير من سرعته مقداراً أو اتجاهاً أو الاثنين معاً.

التجربة:

- هيء الجهاز للعمل، كما مر سابقاً، وضع عربة منزلقة واحدة على الأنبوبة.
- شغل مضخة الهواء، ستلاحظ أن العربة في مكانها لا تتحرك (في حال كان الجهاز مستوياً).
- أثر في العربة بقوة خفيفة كأن تدفعها بيدك إلى الأمام، فستلاحظ أن حالة العربة تتغير من السكون إلى الحركة، وتبقى في حالة حركة منتظمة أي أنها ستقطع مسافات متساوية في أزمنة متساوية، وهذا يعني أن السرعة ستبقى ثابتة.

وللتأكد من ذلك استخدم البوابات الضوئية والمعداد المؤقت لقياس الزمن الذي تستغرقه العربة لقطع مسافات محددة، واستعن بالمسطرة المترية المثبتة على أحد أوجه أنبوبة المدرج.

ملاحظـة :

- *يمكنك الاستعاضة عن البوابات الضوئية والمعداد بجرس التوقيت أو ساعة وقف، إلا أن النتائج لن تكون دقيقة كما هو الحال عند استخدام البوابات الضوئية والمعداد المؤقت.*
- *للحصول على عملية دفع منتظم للعربة المنزلقة يمكنك استخدام بندول بسيط يثبت بوساطة حامل بالقرب من العربة، ويتم رفعه مسافة معينة ثم تركه ليدفع العربة، مع حفظ المسافة التي رفع إليها البندول للإفادة منها إذا أردت تكرار العملية.*

ثانياً: إثبات قانون نيوتن الثاني

نص القانون

إذا أثرة قوة محصلة في جسم ما فإنها تكسبه تسارعا باتجاهها يتناسب طرديا مع القوة المحصلة.

القوة المحصلة = الكتلة × التسارع

$$\sum \overleftarrow{ق} = ك \times \overleftarrow{ت}$$

التجربة:



- هيئ الجهاز للعمل، كما ورد سابقاً، وثبت بكرة في إحدى نهايتي الأنبوبة.
- ضع عربة منزلقة واحدة على نهاية الأنبوبة البعيدة عن البكرة وثبت فيها ثلاثة أثقال (كل ثقل يساوي 30غ مثلا).
- اربط العربة بالخيط، ودعه يمر حول البكرة، وثبت في نهايته ثقلاً يساوي (20غ).

- صل البوابة رقم (1) بالمعداد الالكتروني بمدخل (Start)، والبوابة رقم (2) بمدخل (STOP)، واترك مسافة (30) سم تقريباً بين البوابتين.
- شغل المدرج والمعداد المؤقت، واترك العربة تتحرك باتجاه الثقل وسجل قراءة المعداد المؤقت.
- كرر التجربة مرات عدة مع تغيير الأثقال، بحيث تخفف الأثقال الموضوعة على العربة وتزيد الأثقال التي تجرها، وسجل نتيجة قراءة المعداد المؤقت في كل مرة.

قانون: $ف = ع_1 \times ن + \frac{1}{2} ت ن^2$

$ت = \frac{2 ف}{ن^2}$ ، عندما تكون $ع_1$ = صفر

$ع_1$: السرعة الابتدائية، ت : التسارع، ن : الزمن، ف : المسافة

ثالثاً: إثبات قانون حفظ كمية التحرك

نص قانون حفظ كمية التحرك

المجموع الجبري لكمية التحرك للأجسام المتصادمة قبل التصادم يساوي المجموع الجبري لكمية التحرك للأجسام المتصادمة بعد التصادم.

كمية التحرك = الكتلة × السرعة

أنواع التصادم:

- التصادم تام المرونة.
- تصادم مرن.
- تصادم غير مرن.

التجارب:

تجربة (1) التصادم تام المرونة:

- هيئ جهاز المدرج الهوائي للاستخدام، وضع عربة منزلقة في منتصفه، وعربة أخرى عند أحد طرفيه، على أن تكون العربتان متشابهتين ومتساويتين في الكتلة ومزودتين بمصادم مرنة في نهايتيهما.
- شغل الجهاز، وادفع العربة الموضوعة عند أحد طرفي الجهاز بيدك، أو باستخدام طريقة البندول، نحو العربة الثابتة.
- لاحظ عند اصطدام العربتين أن العربة الأولى تثبت بعد التصادم في حين تتحرك العربة الثانية بسرعة العربة الأولى نفسها قبل ثبوتها.
- احسب الزمن الذي تحتاج إليه العربة لقطع مسافة معينة، وبالتالي احسب سرعة العربتين باستخدام ساعة الوقف أو البوبات الضوئية.

قانون:

$$(\text{ك}_1 \times \overleftarrow{\text{ع}_1}) + (\text{ك}_2 \times \overleftarrow{\text{ع}_2}) = (\text{ك}_1 \times \overleftarrow{\text{ع}_1}) + (\text{ك}_2 \times \overleftarrow{\text{ع}_2})$$

"المتحركة" "الثابتة" "الثابتة" "المتحركة"

حيث ك_1: كتلة العربة الأولى ، ك_2: كتلة العربة الثانية

ع_1 : سرعة العربة الأولى ، ع_2: سرعة العربة الثانية

تجربة (2) التصادم غير المرن

- هيئ الجهاز الاستخدام، وضع عربة منزلقة في منتصفه وأخرى عند أحد طرفيه، مراعياً عدم وضع مصادم مرنة في نهايتي العربتين، وضع بدلاً من ذلك مادة لاصقة على الوجهين المتقابلين للعربتين (معجونة أطفال).

- شغل الجهاز، ودافع العربة التي في نهاية المدرج بقوة معينة نحو العربة الثابتة في منتصف المدرج.
- لاحظ عند وصول العربة المتحركة إلى العربة الثابتة التصاقهما معاً وتحركهما وكأنهما عربة واحدة.
- استخدم ساعة الوقف أو البوابات الضوئية لقياس الزمن الذي تحتاج إليه العربة لقطع مسافة معينة، وبالتالي حساب السرعة، ثم طبق القانون الآتي:

> **قانون:**
>
> $\text{ك}_1 \times \overleftarrow{\text{ع}_1} = (\text{ك}_1 + \text{ك}_2) \times \overleftarrow{\text{ع}}$
>
> حيث ك_1 : كتلة العربة الأولى، ك_2: كتلة العربة الثانية
>
> ع_1 : سرعة العربة الأولى، $\overline{\text{ع}}$: سرعة العربتين معاً بعد التحامهما.

كيفية المحافظة على الجهاز:

- احفظ الجهاز وجميع ملحقاته معاً في مكان بعيد عن الرطوبة ومصادر المياه وأبخرة المواد الكيميائية وأشعة الشمس المباشرة والغبار والأتربة.
- تأكد من جهد التيار الذي يعمل عليه الجهاز قبل وصل التيار الكهربائي وتطابقه مع جهد التيار الموجود في مختبرك.
- تأكد من سلامة التوصيلات الكهربائية بشكل دوري قبل تشغيل الجهاز، واجر الصيانة اللازمة لهذه التوصيلات وقت الحاجة.
- تفقد الجهاز قبل تشغيله وخاصة فتحه دخول الهواء إلى الأنبوبة، واعمل على تنظيفه باستمرار قبل الاستخدام وبعده.

الأعطال الممكن حدوثها للجهاز وكيفية التعامل معها

1. **إذا كانت المضخة لا تعمل:**

- تأكد من وجود التيار الكهربائي في مختبرك.
- تأكد من سلامة التوصيلات والأسلاك باستخدام جهاز الأفوميتر.
- تأكد من منصهر (فيوز) الحماية الموجود عند مدخل التيار في مضخة الهواء (إن كانت مزودة بمثل هذا المنصهر)، واستبدله إذا تبين لك أنه معطل.
- أرسل المضخة إلى المختصين لإجراء الصيانة اللازمة لها، إن لم تتمكن من اكتشاف العطل فيها .

2. **إذا كانت المضخة تعمل، إلا أن الهواء لا يخرج من ثقوب الأنبوبة:**

- تأكد من طريقة توصيل الأنبوب الناقل للهواء بالمضخة، فقد تكون وصلته بمدخل الهواء وليس بمخرجه.
- تأكد من عدم تسرب الهواء المضغوط عند منطقة اتصال الأنبوب الناقل بأنبوبة الجهاز.
- تأكد أن الثقوب جميعها مفتوحة وبشكل جيد.
- تأكد من عدم وجود أجسام غريبة داخل أنبوبة الجهاز.

3. **إذا كانت البوابات الضوئية لا تعمل:**

- تأكد من سلامة أسلاك التوصيل فقد تكون مقطوعة أو غير متصلة بشكل مناسب بالرؤوس المعدنية.

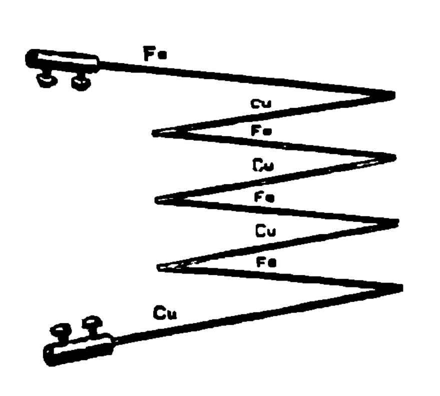
- تأكد من طريقة توصيل البوابات بالمعداد المؤقت بحيث توصل البوابة الأولى (المدخل) بالمعداد المؤقت عند (Start) والبوابة الثانية (المخرج) بالمعداد المؤقت عند (Stop).
- تأكد من وضع البوابات بالشكل الصحيح، بحيث تكون الأولى مدخلاً للعربة والثانية مخرجاً لها.

4. **إذا كان المعداد المؤقت لا يعمل :**

- تأكد من سلامة أسلاك التوصيل بالتيار الكهربائي والبوابات الضوئية.
- تأكد من صحة الطريقة التي وصلت بها البوابات الضوئية بالمعداد المؤقت.

الكومة الحرارية Thermopil

مبدأ عمل الكومة الحرارية



يعتمد عمل الكومة الحرارية على القوة الدافعة الكهربائية التي تنشأ بين نقطتي اتصال طرفين معدنيين مختلفين، عندما تكون إحدى هاتين النقطتين ساخنة والأخرى باردة، ويمكن الكشف عن هذه القوة باستخدام جهاز الجلفانوميتر الحساس، حيث يتناسب مقدار هذه القوة تناسباً طردياً مع كمية الحرارة التي تصل إلى الجهاز.

استخدامات الكومة الحرارية:

تستخدم الكومة الحرارية لقياس الإشعاع الحراري الناتج من مصادر حرارية مختلفة، ومن التجارب التي يمكن تطبيقها على هذا الجهاز:

- تحقيق قانون الانعكاس الحراري.
- تحقيق قانون التربيع العكسي للإشعاع الحراري.
- مقارنة كمية الإشعاع الحراري الناتج من سطوح مختلفة.

تركيب الجهاز

يتركب جهاز الكومة الحرارية من الأجزاء الآتية:



أ. حافظة معدنية: تكون على شكل مخروط ضيق من الخلف ويتسع في الأمام، وظيفته تجميع أكبر قدر ممكن من الحرارة الساقطة عليه.

ب. الازدواج الحراري: يتكون من أسلاك من النحاس و"الكونيستتاين"، متصل ببعضها على التوالي في عدد من نقاط الاتصال، ويحفظ الازدواج الحراري عادة في نهاية الحافظة المعدنية.

ج. قطبا التوصيل: يستخدمان لوصل الجهاز بالجلفانوميتر الحساس للكشف عن القوة الدافعه الكهربائية المتكونة.

د. حامل معدني: يستخدم لتثبيت الجهاز بالشكل المطلوب.

طريقة استخدام الجهاز

- ثبت الجهاز بالشكل المناسب باستخدام الحامل.
- صل قطبي الجهاز بجهاز الجلفانوميتر الحساس.
- ضع مصدر الحرارة أمام فوهة الجهاز على بعد يسمح بظهور القراءة على جهاز الجلفانوميتر بشكل واضح .
- لاحظ تحرك مؤشر الجلفانوميتر، مما يدل على تكون قوة دافعة كهربائية بين نقطتي اتصال الازدواج الحراري .

تطبيقات علمية باستخدام جهاز الكومة الحرارية

أولاً : تحقيق قانون التربيع العكسي للإشعاع الحراري:

- قرب مصدراً حرارياً من فوهة جهاز الكومة الحرارية الموصول بالجفانوميتر، وسجل قراءة الجلفانوميتر والمسافة التي يبعد فيها الجهاز عن مصدر الحرارة.
- كرر الخطوة السابقة مرات عدة وسجل قراءة الجلفانوميتر والمسافة بين الكومة الحرارية ومصدر الحرارة في كل مرة.
- لاحظ أن كمية الإشعاع التي تصل إلى الكومة الحرارية تتناسب عكسياً مع مربع المسافة بين الكومة الحرارية ومصدر الحرارة.

ثانياً : مقارنة كمية الإشعاع الحراري الناتج من سطوح مختلفة:



- املأ مكعب (لزلي) بالماء الساخن .
- قرب جهاز الكومة الحرارية المتصل بالجلفانوميتر من أوجه المكعب المختلفة الألوان، مع المحافظة على المسافة بين الجهاز، والمكعب وسجل قراءة الجلفانوميتر في كل مرة.
- لاحظ أن قراءة الجلفانوميتر تتغير حسب اللون.

كيفية المحافظة على الجهاز

- احفظ الجهاز بعيداً عن الرطوبة ومصادر المياه والغبار وأبخرة المواد الكيميائية.
- نظف الجهاز باستمرار قبل الاستخدام وبعده.

- لا تحاول أشعال اللهب داخل تجويف الحافظة المعدنية الخاص بالجهاز.

الأعطال الممكن حدوثها للجهاز وكيفية التعامل معها

إذا لم تظهر قراءة على الجلفانوميتر عند تشغيل الجهاز:

- تأكد من سلامة الجلفانوميتر باستخدام جهاز الافوميتر.
- قرب جهاز الكومة الحرارية من مصدر الحرارة فقد تكون المسافة كبيرة بينهما.
- تأكد من صلاحية الكومة الحرارية باستخدام جهاز الأفوميتر.
- تأكد من سلامة التوصيلات المستخدمة بين الجفانومتير والكومة الحرارية.

جهاز القصور الذاتي Inertia Balance

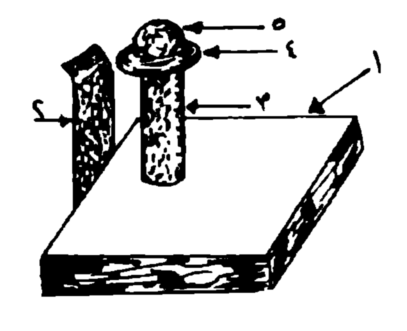
استخدامات الجهاز

يستخدم جهاز القصور الذاتي لإثبات قانون نيوتن الأول .

تركيب الجهاز

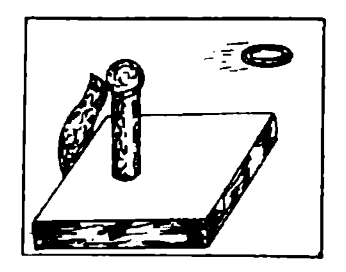
يتركب جهاز القصور الذاتي المبين في الصورة من الأجزاء الآتية:

1. قاعدة خشبية: تثبت عليها أجزاء الجهاز.
2. شريط فولاذي: يثبت على إحدى حافات القاعدة الخشبية قريباً من القائم الخشبي ويكون مرناً عادةً.
3. القائم الخشبي: يثبت بالقرب من الشريط الفولاذي وهو مجوف من الأعلى.
4. قرص من الفورمايكا: يوضع فوق القائم الخشبي وثبت فوقه الكرة الزجاجية عند إجراء التجربة.
5. الكرة الزجاجية.



طريقة استخدم الجهاز

- ضع الجهاز على سطح مستو "منضدة مثلاً" والقرص فوق القائم الخشبي، ثم ثبت الكرة الزجاجية فوق القرص.



- ثبت القاعدة الخشبية بإحدى يديك وباليد الأخرى اسحب الشريط الفولاذي إلى الخلف، ثم اتركه ليصطدم بالقرص.
- لاحظ انطلاق القرص من تحت الكرة الزجاجية واستقرارها في تجويف القائم الخشبي.

كيفية المحافظة على الجهاز

- احفظ الجهاز بعيداً عن الرطوبة ومصادر المياه.
- احفظ الجهاز بعيداً عن أبخرة المواد الكيميائية.
- لا تسحب الشريط الفولاذي للخلف مسافة كبيرة فقد يؤدي ذلك إلى كسره.
- أعد القرص والكرة الزجاجية إلى مكانيهما المخصصين في القاعدة الخشبية بعد الانتهاء من استخدام الجهاز واحفظه في المكان المخصص له.

مصدر القدرة Power Supply

أنواع مصادر القدرة واستخداماتها



1. **مصدر قدرة للجهد المنخفض**
Low Voltage Power Supply

يستخدم لإعطاء جهد أقل من جهد تيار المصدر الرئيس، وذلك لاستخدامه في العديد من التجارب والأجهزة المخبرية التي تحتاج إلى مثل هذا الجهد.

2. **مصدر القدرة ذو الجهد العالي** High Tension Power Supply



يستخدم هذا المصدر إعطاء جهد أعلى من جهد تيار المصدر الرئيس، لاستخدامه في بعض الأجهزة المخبرية التي تحتاج إلى مثل هذا الجهد كجهاز مليكان وأنابيب الأشعة المهبطية.

تركيب الجهاز

تشترك معظم مصادر القدرة، على اختلاف أنواعها، في كثير من الأجزاء الرئيسة وأهمها:

أ. **مفتاح التشغيل (ON,OF)**: يكون هذا المفتاح في بعض الأجهزة مزوداً بإضاءة تضئ عند تشغيل الجهاز، وفي بعضها تكون هذه الإضافة منفصلة.

ب. مفتاح التحكم في الجهد: يكون هذا المفتاح غالباً على شكل قرص يحيط به تدريج يبين جهد التيار الممكن خروجه من الجهاز حسب ما هو مطلوب للاستخدام، وتزود بعض الأجهزة بنافذة ومؤشر بدلاً من التدريج، وبعضها الآخر يزود بمفتاحي تحكم في الجهد؛ أحدهما A.C والآخر D.C .

ج. مخارج الجهد: يزود مصدر القدرة غالباً بنوعين من المخارج: أحدهما يستخدم للتيار المتردد A.C والآخر للتيار المستمر D.C .

د. برغي تصفير الجهاز: يستخدم لإعادة المؤشر إلى الصفر في حال عدم ثبوته عليه عند تشغيل الجهاز .

هـ. مفتاح اختيار التيار: D.C, A.C .

و. مفتاح إعادة التشغيل (Reset): وظيفته فصل التيار عند زيادة الحمل على الجهاز أو في حال وجود خطأ في توصيل الدائرة الكهربائية، أما الأجهزة التي لا تحتوي على هذا المفتاح فتكون مزودة في العادة بمنصهر (Fuse) واحد أو أكثر، توضع عند مدخل التيار ومخرجه وتتصهر في حال وجود خطأ في التوصيل أو زيادة الحمل، ويجب تغييرها بعد الكشف عن الخطأ أو العطل وتعديله.

طريقة استخدام الجهاز

- تأكد أن جهد التيار الذي يعمل عليه الجهاز هو جهد التيار نفسه في المختبر.
- أغلق مفتاح التشغيل (ضعه على " off") قبل وصل الجهاز بالتيار الكهربائي.

- اعد مفتاح التحكم في الجهد إلى صفر التدريج قبل تشغيل الجهاز، بحيث يثبت المؤشر على الصفر، فإذا كان هناك خطأ فاعمل على تصحيحه بوساطة برغي التصفير إلى أن يعود المؤشر إلى الصفر .
- تأكد عند وصل الدائرة الكهربائية أو الجهاز المراد تشغيله بمصدر القدرة بوساطة مخارج التيار؛ من جهد التيار اللازم ونوعه (D.C , AC) واختيار المخرج المناسب لوصل الجهاز .
- شغل مصدر القدرة بوضع مفتاح التشغيل على (ON)، وابدأ بزيادة الجهد تدريجياً إلى أن تصل إلى قيمة الجهد اللازم، ثم شغل الجهاز أو الدائرة الكهربائية باستخدام مفتاح التشغيل الخاص به.
- أغلق مصدر القدرة بعد الانتهاء من التجربة بوضع مفتاح التشغيل على (OFF) قبل فصل الجهاز عن مصدر القدرة، أو فك الدائرة الكهربائية.
- أغلق مفتاح التشغيل قبل فصل مصدر القدرة عن مصدر التيار الكهربائي.

كيفية المحافظة على الجهاز :

- احفظ الجهاز في خزانة خاصة بعيداً عن الرطوبة أو أبخرة المواد الكيميائية.
- تأكد من فرق الجهد الذي يعمل عليه الجهاز قبل وصله بمصدر التيار الكهربائي.
- لا تهمل توصيل الخط الأرضي (Earth) الخاص بالجهاز.
- تفحص منصهرات الأمان في الجهاز بشكل دوري ولا تهمل استبدال المعطل منها فوراً.
- إذا تعطل منصهر الأمان فاستبدله بآخر مشابه له وله نفس "الأمبير".

- لا تغلق فتحات تهوية الجهاز.
- أغلق مفتاح التشغيل في الجهاز وافصله عن مصدر التيار الكهربائي مباشرة بعد الانتهاء من استخدامه.
- احذر عند التعامل مع مصدر القدرة ذي الجهد المرتفع، واستخدم طريقة العرض عند إجراء أية تجربة تستدعي استخدام مثل هذا الجهاز، لضمان سلامتك وسلامة الطلبة.

الأعطال الممكن حدوثها للجهاز وكيفية التعامل معها

1. **إذا كان مصدر القدرة لا يعمل:**
- تأكد من وجود التيار الكهربائي في المختبر "والابريز".
- تأكد من سلامة أسلاك التوصيل و "الفيش".
- تأكد من منصهرات الحماية في الجهاز واستبدل المعطل منها.

1. **إذا كان مصدر القدرة لا يخرج تياراً :**
- تأكد من صحة التوصيلات وسلامتها.
- تأكد من سلامة منصهر الحماية الخاص بمخرج التيار واستبدله إن كان معطلاً.
- تأكد من وضع مفتاح اختيار نوع التيار (A.C D.C) على التيار المطلوب.
- تأكد من وضع أسلاك التوصيل في المخرج المناسب.
- تأكد من جهد التيار اللازم، ووضع مفتاح التحكم بالتيار.
- إذا لم تتمكن من تشغيل الجهاز، فاحذر فتحه والعبث بمكوناته الداخلية وأرسله إلى المختصين لإجراء الصيانة اللازمة له.

حوض الأمواج Ripple Tank

مبدأ عمل حوض الأمواج



يتلخص مبدأ عمل حوض الأمواج في إحداث أمواج مستقيمة ودائرية يتم إسقاط صورتها على ستار أبيض يوضع أسفل الحوض وبمساعدة مصدر إضاءة يوضع أعلى الحوض، أو باستخدام جهاز الإسقاط الرأسي فتتشكل صورة للأمواج على ستار رأسي.

استخدامات الجهاز

لحوض الأمواج استخدامات عدة منها :

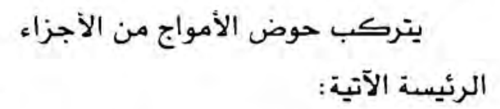
1. توليد الأمواج المستقيمة والدائرية.
2. دراسة بعض خواص الحركة الموجية.
3. معرفة سرعة الأمواج وطول الموجه وانعكاسها وانكسارها والتداخل والحيود.



تركيب الجهاز



يتركب حوض الأمواج من الأجزاء الرئيسة الآتية:



أ. حوض مربع الشكل: يوضع فيه الماء وتكون قاعدته شفافة وحافاته من المعدن أو البلاستيك.

ب. حوامل الحوض: وهي في العادة أربعة أرجل سهلة الفك والتركيب، بما يسمح بوضع الحوض على جهاز الإسقاط الرأسي عند الحاجة، لتشكيل صورة الأمواج على ستار رأسي.

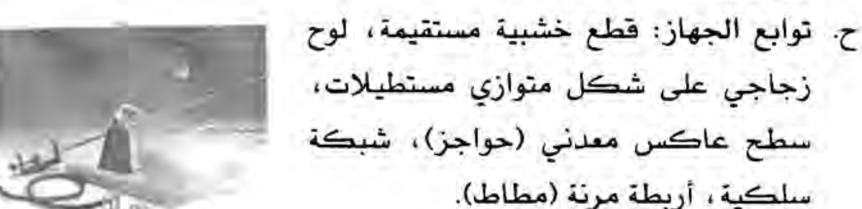
ج. حامل لوح التذبذب: يستخدم لتثبيت اللوح المتذبذب الذي يتركب عليه المحرك والنوابض.

د. اللوح المتذبذب: يستخدم عادة لحمل المحرك، ويمكن استخدامه أيضاً لتوليد الأمواج المستقيمة بعد فصل النوابض عنه.

هـ. النوابض (مولدات الأمواج): وعددها اثنان، تركب على اللوح المتذبذب وتستخدم لتوليد الأمواج الدائرية، وهي في العادة سهلة الفك والتركيب.

و. المحرك: يعمل على جهد يتراوح من (1 - 2.5 فولت)، وظيفته توليد حركة تؤدي إلى اهتزاز اللوح الخشبي والنوابض المثبتة عليه.

ز. المصباح: يثبت في العادة فوق الحوض لتتشكل صورة للأمواج على الستار الموضوع أسفل الحوض. تعمل بعض هذه المصابيح على جهد (220) فولت وبعضها الآخر يعمل على جهد يتراوح بين (8 - 12 فولت)، لذلك يجب التأكد من جهد التيار الذي يعمل عليه المصباح قبل تشغيله.



ح. توابع الجهاز: قطع خشبية مستقيمة، لوح زجاجي على شكل متوازي مستطيلات، سطح عاكس معدني (حواجز)، شبكة سلكية، أربطة مرنة (مطاط).



طريقة استخدام الجهاز

- تركيب الجهاز وتشغيله:

ركب الجهاز كما يظهر في الشكل السابق (في الصفحة السابقة) مع مراعاة ما يأتي :

- احرص على أن تكون قاعدة الحوض الزجاجية نظيفة.
- اجعل الحوض مستوياً باستخدام ميزان مائي.
- ضع كمية مناسبة من الماء في الحوض، على أن يكون مستواه أدنى من مستوى حافة الحوض.
- احرص على أن تكون شدة الإضاءة مناسبة.
- ضع شبكة سلكية عند حافات الحوض من الداخل لمنع ارتداد الأمواج.

- توظيف الجهاز في التعليم:

1. لتوليد الأمواج المستقيمة: انزع النوابض من اللوح الخشبي المتذبذب واخفض مستوى اللوح إلى أن يلامس سطحه السفلي سطح الماء.
2. لتوليد موجه دائرية واحدة : ركب نابضاً واحداً على اللوح الخشبي واجعل سطحه يلامس سطح الماء.
3. لتوليد أمواج متداخلة: ركب نابضين على اللوح الخشبي واجعل السطح السفلي لهما يلامس سطح الماء.
4. لتكوين صورة للأمواج على ستار أبيض تحت الحوض: استخدم مصباح الإضاءة العلوي، وضعه بالشكل المناسب فوق الحوض إلى أن تظهر صورة واضحة للأمواج على الستار.
5. لتكوين صورة للأمواج على ستار رأسي ضع حوض الأمواج بعد رفع الأرجل الأربعة، على جهاز الإسقاط الرأسي (لا تستخدم مصباح الإضاءة العلوي في هذه الحالة)، وشغل جهاز الإسقاط، وتحكم في رفع المرآة العاكسة إلى أن تظهر صورة واضحة للأمواج عل الستار الرأسي.
6. لمشاهدة انعكاس الأمواج: ضع حاجزاً مستقيماً في الحوض، وشغل المحرك الإحداث أمواج دائرية أو مستقيمة، حيث ستلاحظ انعكاس الأمواج عن الحاجز المستقيم.
7. لمشاهدة انكسار الأمواج: ضع لوحاً زجاجياً على شكل متوازي

مستطيلات في الحوض، واحرص أن يكون مستوى الماء أعلى من مستوى السطح العلوي للوح الزجاجي، ثم شغل المحرك لإحداث الأمواج ولاحظ ما يحدث على الستار.

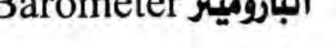
كيفية المحافظة على الجهاز

1. صل المصباح الضوئي والمحرك بتيار كهربائي ذي جهد مناسب للجهد الذي يعمل عليه كل منهما.
2. فرغ الحوض من الماء مباشرة بعد الانتهاء من استخدامه وجففه جيداً واحفظه بعيداً عن الرطوبة.
3. احرص على أن لا يصل الماء إلى المحرك لأن ذلك يتلفه.
4. احذر من وصل المحرك بالتيار الكهربائي مباشرة، فهو يعمل على جهد لا يتعدى (2.5 فولت).

الأعطال الممكن حدوثها للجهاز وكيفية التعامل معها

1. **إذا كان مصباح الإضاءة لا يعمل:**
- تأكد من صلاحية المصباح.
- تأكد من سلامة أسلاك التوصيل وصحة اتصالها بالمصباح.
- تأكد من صلاحية الفيش وطريقة وصله بالأسلاك.

2. **إذا كان المحرك لا يعمل:**
- تأكد من جهد التيار الذي يتصل بالمحرك، واحرص أن يكون مناسباً للجهد الذي يعمل عليه المحرك.
- تأكد من سلامة أسلاك التوصيل وصحة اتصالها بالمحرك.
- تأكد من سلامة المحرك باستخدام جهاز "الافوميتر".



البارومتر Barometer



أنواع البارومتر :

1. بارومتر زئبقي.
2. بارومتر معدني.

استخدام البارومتر

يستخدم جهاز البارومتر لحساب الضغط الجوي في مكان ما.

الضغط الجوي: وزن عمود الهواء الواقع على وحدة المساحة، ويساوي الضغط الجوي في الظروف العادية وعند مستوى سطح البحر (76 سم زئبقي) أي ما يعادل (1013 ملي بار) تقريباً.

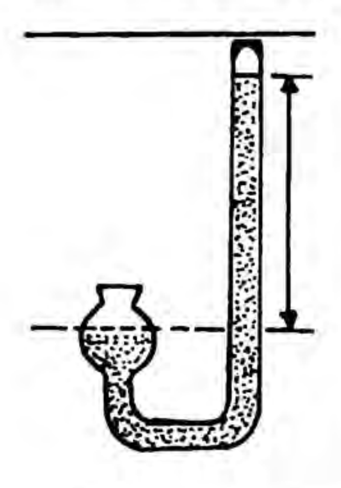
وصف الجهاز وكيفية استخدامه

أولاً: البارومتر الزئبقي: أنبوب زجاجي على شكل حرف (ل) مغلق الطرف العلوي ومفتوح عند نهاية الطرف السفلي (كما يظهر في الشكل المجاور) ويصل ارتفاع طرفه المغلق إلى أكثر من 76 سم.

كيفية استخدام البارومتر الزئبقي

يمكن تعيين الضغط الجوي باستخدام البارومتر الزئبقي باتباع الخطوات الآتية:

أ. ضع الجهاز بشكل رأسي.



ب. ضع زئبقاً في الأنبوب من الطرف القصير إلى أن يتوقف ارتفاع الزئبق في الطرف الطويل.

ج. احسب طول عمود الزئبق الممثل للضغط الجوي (كما يظهر في الشكل المجاور).

د. حول قراءة الجهاز إلى وحدات الملي بار حسب المعادلة الآتية:

$$\text{الضغط الجوي بالملي بار} = \frac{\text{قراءة البارميتر الزئبقي} \times 1013}{76}$$

ثانياً: الباروميتر المعدني:

صمم الباروميتر المعدني ليحل محل الباروميتر الزئبقي، لصعوبة حمل الثاني ونقله، ويتكون (كما هو ظاهر في الشكل المجاور) من:

أ. الحافظة: ووجهها العلوي من الزجاج.

ب. التدريج: يقيس الضغط الجوي بالملي بار.



ج. المؤشر: يتصل في نهايته بعدد من الأذرع التي تصل بالتجويف، وعند زيادة الضغط الجوي أو نقصانه يؤثر ذلك في سطح التجويف فيحرك المؤشر حسب الضغط الجوي في المكان.

د. الانتفاخ المطاطي: يستخدم للتحكم في

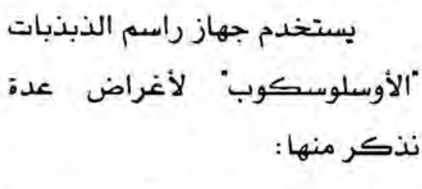
الضغط الواقع على سطح التجويف، لإظهار كيفية تغيير الضغط، وتزود الأجهزة التعليمية عادة بمثل هذا الانتفاخ الذي يتصل بالجهاز عن طريق أنبوب بلاستيكي.

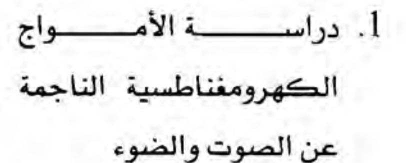
كيفية استخدام البارومتر المعدني

يتم قراءة الضغط الجوي باستخدام البارومتر المعدني مباشرة بالنظر إلى الرقم الذي يثبت عنده المؤشر، حيث القراءة بالملي بار، ونذكر أنه يجب عند شراء بارومتر معدني معايرته بدقة قبل استخدامه، وذلك باستعمال بارومتر معدني آخر أو باستخدام البارومتر الزئبقي لمعرفة الضغط الجوي في المختبر، وضبط الجهاز الجديد عليه بالشكل الصحيح باستخدام ضابط خاص تزود به بعض الأجهزة الحديثة.

راسم الذبذبات Oscilloscope

استخدام الجهاز



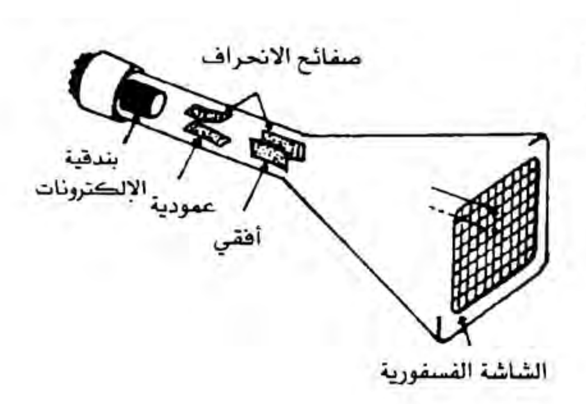


يستخدم جهاز راسم الذبذبات "الأوسلوسكوب" لأغراض عدة نذكر منها:

1. دراسة الأمواج الكهرومغناطسية الناجمة عن الصوت والضوء
2. دراسة أشكال الأمواج الكهربائية الناجمة عن تفاعلات الدوائر الكهربائية من حيث قياس أطوال هذه الأمواج وعدد ذبذباتها .

تركيب الجهاز

يتركب جهاز راسم الذبذبات من الأجزاء الرئيسة الآتية:



أولاً: قلب الجهاز:

وهو عبارة عن أنبوبة أشعة مهبطية ، ويتكون من الأجزاء الآتية:

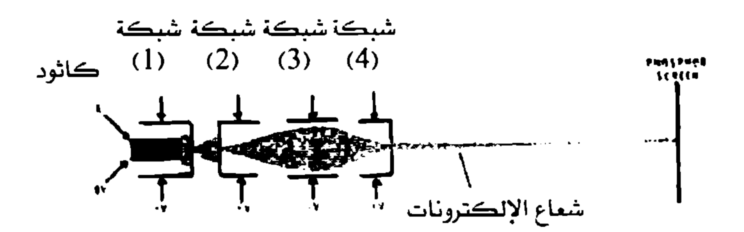
1. الشاشة الفسوفورية Phosphor Screen

تشبه تماماً ورقة الرسم البياني وتمكننا من قياس الموجه الكهربائية المراد قياسها

2. بندقية الإلكترونات Electron Gun

تقوم بتزويد الشاشة الفسفورية بالشعاع الإلكتروني، وتتكون من خمسة أقسام هي:

أ. المهبط (الكاثود) قرص معدني على شكل أسطوانة مطلية بمادة (سلفات الباريوم) .



ب. شبكة التحكم رقم (1) (G1) محيطة بالمهبط (الكاثود) تسمح بمرور الإلكترونات عبر ثقب صغير جداً يقع مقابل المهبط.

ج. شبكة رقم (2) (G2) تعطي الإلكترونات سرعة أولية وتكون مزودة بثقب صغير في الوجه الخلفي، في حين أنها مفتوحة من الوجه الأمامي.

د. شبكة رقم (3) (G3): Focusing Electrode وتسمى قطب التركيز، وهي حلقة معدنية عليها جهد سالب، تعمل على جميع الإلكترونات على شكل شعاع رفيع جداً.

هـ. شبكة رقم (4) (G4) Accelerating Electode وتسمى قطب التسارع النهائي وتعمل على إعطاء الإلكترونات تسارعاً نهائياً قبل دخولها إلى منطقة صفائح الانحراف.



3. صفائح الانحراف Deflection Plates تعمل على حرف الشعاع المنطلق من المهبط باتجاه الشاشة في جميع الاتجاهات، وهي نوعان:

ه. صفائح الانحراف العمودية: وعددها اثنتان، وهي الأقرب إلى المهبط وموصولة بمفتاح التحكم العمودي Position ($\frac{\triangle}{\triangledown}$)، حيث تستخدم لتحريك الشعاع الساقط على الشاشة إلى الأعلى والأسفل.

و. صفائح الانحراف الأفقية: وعددها أيضاً اثنتان، تقع بعد الصفائح العودية باتجاه الشاشة الفسفورية وتتصل بمفتاح التحكم الأفقي Position (◁▷)، تستخدم لتحريك الشعاع الساقط على الشاشة إلى اليمين أو اليسار.

ثانياً: الواجهة الأمامية للجهاز: وتتألف من الأقسام الآتية:

أ - الشاشة: يرتسم عليها الشعاع الساقط من المهبط.

ب - القنال رقم (1) وتوابعها.

ج - القنال رقم (2) وتوابعها.

د - توابع مشتركة للقنالين (1)، (2).

ثالثاً: مفاتيح التحكم Control Switches:

وتقسم إلى ثلاثة أجزاء هي:

1. جزء خاص بالقنال رقم (1) ويحتوي على:

أ. مدخل IN PUT: ويستخدم لربط الموجه المراد قياسها بالجهاز.

ب. مفتاح التحكم في نوعية الموجة عند المدخل (A.C,D.C.GND).

ج. مفتاح التحكم في الشعاع ($\frac{\triangle}{\triangledown}$).

د. مفتاح متعدد الأقطاب: يستخدم للتحكم في الجهد المناسب.

2. جزء خاص بالقنال رقم (2) ويحتوي على :

أ. مدخل IN PUT: وله نفس الاستخدام المذكور في القنال (1).

ب. مفتاح التحكم في نوعية الموجة عند المدخل (A.C.D.C.GND).

ج. مفتاح التحكم في الشعاع.

د. مفتاح متعدد الأقطاب: ويستخدم أيضا للتحكم في الجهد.

3. جزء خاص بالتوابع المشتركة للقنالين:

أ. Display Mode: يستخدم لاختيار القنال كالآتي :

- إذا أردت استخدم القنال (1) فضعه على (CH1).
- إذا أردت استخدام القنال (2) فضعه على (CH2).
- إذا أردت رؤية القنالين معاً بشكل أفقي فضعه على (DUAL-H).
- إذا أردت رؤية القنالين معاً بشكل عمودي فضعه على (DUAL-V).

ب. SOURCE: مفتاح تثبيت الموجه ويستخدم كالآتي:

- إذا أردت تثبيت القناال (1) فضعه على (CH1).
- إذا أردت تثبيت القناال (2) فضعه على (CH2).
- إذا أردت تثبيت القناالين معاً فضعه على (DUAL).
- إذا أردت تغذية خارجية للتثبيت فضعه على (EXIT).

ج. POSTION (◁▷): مفتاح تحريك الأمواج يميناً ويساراً.

د. VARIABLE SWEEP : مفتاح بسط الأمواج بشكل أفقي.

هـ. TIME/DIV : يستخدم مع مفتاح بسط الأمواج لقياس الأمواج.

و. POWER : مفتاح التشغيل (OFF-ON).

ز. INTENSITY : مفتاح التحكم في كثافة الشعاع.

ح. FOCUS : مفتاح تركيز الشعاع.

طريقة استخدام الجهاز

1. صل كيبل الجهاز بمصدر التيار الكهربائي بعد التأكد من أن الجهاز يعمل على جهد التيار نفسه المتوافر في المختبر.
2. شغل الجهاز بوضع مفتاح التشغيل (POWER) على (ON).
3. انتظر فترة كافية بعد تشغيل الجهاز، ثم اضبط كثافة الشعاع باستخدام مفتاح (INTESITY) حتى ترى الشعاع بوضوح.
4. اضبط تركيز الشعاع باستخدام مفتاح تركيز الشعاع (FOCUS)، حتى تحصل على ارفع شعاع ممكن.
5. صل الموجة المراد دراستها بمدخل إحدى القناالين (1) و (2).
6. ضع مفتاح التحكم في نوعية الموجه الخاص بالقناال المستخدم على (GND).

7. اضبط الشعاع على خط الوسط، ثم ضع مفتاح التحكم في نوعية الموجة المستخدم في البند (6) أعلاه على (A.C) حتى تظهر الموجة.
8. أظهر الموجة تماماً داخل الشاشة باستخدام المفتاح متعدد الأقطاب (VOLTS/DIV/VARIABLE) الخاص بالقنال المستخدم، وذلك بتحريك هذا المفتاح.

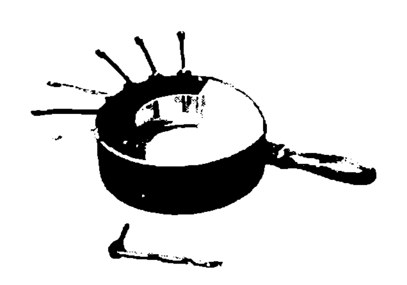
كيفية المحافظة على الجهاز

- تأكد من جهد التيار الذي يعمل عليه الجهاز قبل وصله بالتيار الكهربائي.
- احفظ الجهاز بعيداً عن الرطوبة وأشعة الشمس المباشرة وأبخرة المواد الكيميائية والغبار.
- افصل الجهاز عن التيار الكهربائي وعن مولد الأمواج مباشرة بعد الانتهاء من استخدامه.
- اقرأ النشرة المرفقة بالجهاز قبل تشغيله.
- إذا تعطل الجهاز، افحص أسلاك التوصيل وكيبل التيار الكهربائي فقط، ولا تحاول العبث بأجزاء الجهاز الداخلية أو مفاتيح التحكم واترك ذلك للمختصين.

جهاز اختلاف توصيل المعادن للحرارة

Ingen-Hausz's Apparatus

لهذا الجهاز أشكال مختلفة، إلا أنها تؤدي الغرض نفسه، فضلاً عن أنها تشترك في الأجزاء الرئيسة، وأهم هذه الأجزاء القضبان المعدنية.



استخدامات الجهاز

يستخدم جهاز اختلاف توصيل المعادن للحرارة لإثبات أن المواد المختلفة تتفاوت في ناقليتها وتوصيلها للحرارة.

تركيب الجهاز

على الرغم من تعدد الأشكال التي يظهر بها الجهاز، إلا أنها تشترك جميعاً في الأجزاء الرئيسة الآتية (كما يظهر في الشكل أعلاه):

1. الحوض: ويصنع من المعدن أو الزجاج ويستخدم لحفظ الماء الساخن بداخله
2. القضبان المعدنية: عددها خمسة قضبان تقريباً، وقد يقل عددها عن ذلك أو يزيد، وتصنع من النحاس الأصفر، والنحاس الأحمر، والألومنيوم والحديد، والزجاج... الخ.
3. مادة عازلة: وتصنع من الفلين أو البلاستيك أو أية مادة عازلة أخرى، وتعمل هذه المادة على عزل المعدن عن جسم الحوض وعن القضبان المعدنية الأخرى كي يحافظ كل معدن على حرارته المكتسبة.

طريقة استخدام الجهاز

1. ثبت القضبان المعدنية في أماكنها في المادة العازلة، سواء أكانت الفلين أم قطعة البلاستيك، واحذر عند إدخال الزجاج في قطعة الفلين أو البلاستيك حتى لا ينكسر ويؤذي يديك.
2. ثبت قطعاً معدنية صغيرة على الرؤوس الخارجية للقضبان المعدنية باستخدام مادة الشمع (شمع البرافين)، ويفضل أن يتم التثبيت على السطح السفلي من الرأس .
3. املأ الحوض بماء ساخن درجة حرارته (70 °س - 90 °س)، بحيث يكون الجزء الداخلي من القضبان مغموراً بالماء.
4. راقب الجهاز لتلاحظ أي القطع المعدنية الصغيرة تسقط أولاً، وسجل ملاحظاتك، ثم قارن بين المعادن المختلفة من حيث ناقليتها للحرارة .

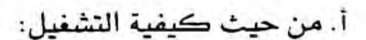
كيفية المحافظة على الجهاز

- احفظ الجهاز، وخاصة القضبان المعدنية، بعيداً عن الرطوبة.
- لا تعرض الجهاز مباشرة إلى اللهب، بل سخن الماء في دورق آخر ثم اسكبه في حوض الجهاز.
- احذر عند إدخال قضيب الزجاج في قطعة الفلين لئلا ينكسر.
- فرغ الجهاز من الماء، بعد الانتهاء من استخدامه مباشرة، ثم جففه ونظف القضبان المعدنية من بقايا الشمع واحفظه في مكانه الطبيعي.

مضخة (مفرغة) الهواء Air Pump

أنواع مفرغة الهواء



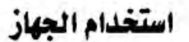


أ. من حيث كيفية التشغيل:

- مفرغة هواء كهربائية.
- مفرغة هواء يدوية.

ب. من حيث الشكل:

- مفرغة هواء مع قرص تفريغ.
- مفرغة هواء بدون قرص تفريغ.



استخدام الجهاز

يستخدم الجهاز لتفريغ الهواء في العديد من التجارب المخبرية، كتجارب الصوت وتجارب الغليان.

تركيب الجهاز

- **مفرغة الهواء اليدوية:**

وتتركب من أجزاء الآتية:



أ. صمام سحب (تفريغ) الهواء: يوصل بالأداة المراد تفريغها من الهواء.

ب. صمام إخراج الهواء: يخرج الهواء منه بعد تفريغه من الأداة.

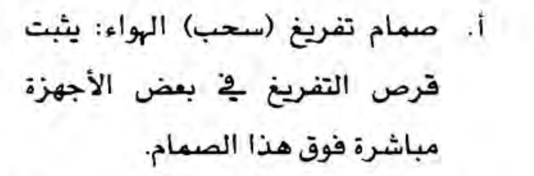
ج. قصبة التفريغ.

د. ذراع المفرغة: وينتهي من الأسفل داخل المفرغة بقطعة من المطاط أو الجلد التي تساعد على سحب الهواء وإخراجه،

هـ. مقبض الذراع.

- **مفرغة الهواء الكهربائية:**

وتتركب من الأجزاء الآتية:



أ. صمام تفريغ (سحب) الهواء: يثبت قرص التفريغ في بعض الأجهزة مباشرة فوق هذا الصمام.



ب. صمام إخراج الهواء: ويخرج منه الهواء المفرغ من الأداة المراد تفريغها

ج. المحرك الكهربائي.

د. القاعدة: وتصنع من الخشب أو الحديد أو أي معدن آخر.

هـ. نافذة مستوى الزيت: ويظهر من خلالها مستوى الزيت داخل الجهاز مع التأكيد على ضرورة الاهتمام بمستوى الزيت باستمرار لضمان فاعلية الجهاز وسلامته.

- **قرص التفريغ:**



يتركب قرص التفريغ من الأجزاء الرئيسة الآتية:

أ. صمام تفريغ الهواء.

ب. قرص التفريغ.

ج. مخرج الهواء ومدخله.

د. محبس التحكم في فتحه صمام التفريغ: ويتم التحكم بوساطته في دخول الهواء وخروجه عبر صمام تفريغ الهواء.

ملاحظة:

عند استخدام قرص التفريغ المستقل يتم وصله بمفرغة الهواء بوساطة أنبوب بلاستيكي.

طريقة استخدام مفرغة والهواء

1. تأكد قبل استخدام مفرغة الهواء الكهربائي من:
   - مستوى الزيت في الجهاز، وذلك بالنظر إلى نافذة مستوى الزيت.
   - أن الجهد التيار الذي تعمل عليه المفرغة يساوي جهد التيار الكهربائي في المختبر.
2. صل المفرغة بقرص التفريغ باستخدام أنبوب مطاطي مناسب (في حال كانت المفرغة منفصلة عن القرص).
3. افتح محبس التحكم في فتحة صمام التفريغ، ثم ضع الناقوس الزجاجي فوق قرص التفريغ واحكم إغلاقه إن كان مفتوحاً من الأعلى.
4. ضع حلقة مطاطية بين حافة الناقوس وقرص التفريغ، لضمان عدم تسرب الهواء من بينهما.
5. صل مفرغة الهواء بالتيار الكهربائي، ثم ضع مفتاح التشغيل على (ON) إن كانت المفرغة مزودة بمثل هذا المفتاح.

كيفية المحافظة على الجهاز

- احفظ المفرغة بعيداً عن الرطوبة والغبار.

- تأكد قبل تشغيل المفرغة من مستوى الزيت، بالنظر إلى نافذة مستوى الزيت، واحرص أن لا يكون الزيت أدنى من المستوى المطلوب.
- تأكد من سلامة المفرغة وأسلاك التوصيل بشكل دوري وقبل كل استخدام واحرص على توصيل الخط الأرضي (Earth).
- تأكد أن جهد التيار الذي تعمل عليه المفرغة يساوي جهد التيار المتوافر في المختبر.
- تأكد من وجود حاجز الحماية أمام الحزام الناقل، واحرص على عدم وصول الأيدي إليه.
- افصل التيار الكهربائي عن المفرغة مباشرة بعد الانتهاء من استخدامها.

الأعطال الممكن حدوثها للجهاز وكيفية التعامل معها

1. إذا كانت المفرغة الكهربائية لا تعمل:

- تأكد من وجود التيار الكهربائي في المختبر وخاصة في "الإبريز" الذي تتصل به المفرغة، فقد يكون التيار الكهربائي مقطوعاً .
- تأكد من فيش الجهاز، فقد تكون الأسلاك غير متصلة بالشكل الصحيح.
- إذا كانت المفرغة مزودة بمنصهر أمان على مدخل التيار، فتأكد من صلاحيته باستخدام جهاز "الأفوميتر"، وإذا كان معطلاً فيجب البحث عن الخطأ الحاصل في الجهاز وإصلاحه ثم تغيير منصهر الأمان بآخر صالح .

2. إذا كان المحرك يعمل إلا أن المفرغة لا تعمل:

تأكد من الحزام الناقل للحركة، واعمل على صيانته إذا كان معطلاً، أو استبدله بآخر له القياس نفسه.

3. إذا كان المحرك يصدر صوتاً أثناء العمل:

- تأكد من مستوى الزيت في الجهاز وزود المفرغة بالزيت في حال نقصانه عن المستوى المطلوب.
- تأكد من وضع الحزام الناقل للحركة في موضعه الصحيح.
- تأكد من تثبيت حافظة "قشاط" المحرك بشكل جيد.

4. إذا كان ذراع المفرغة اليدوية يتحرك بسهولة دون تفريغ للهواء:

- افتح الاسطوانة من الأعلى واسحب الذراع، وتأكد من وجود القطعة البلاستيكية في نهاية الذراع، وأنها في مكانها الطبيعي وبالحجم الطبيعي.
- إذا كانت الجلدة جافة فضع قليلاً من الزيت عليها، واتركها فترة قبل استخدامها مرة ثانية.

الفصل الثالث

النظام الدولي لوحدات القياس (SI) وقواعد استخدامه

- تقديـــــــم
- مكونات النظام الدولي لوحدات القياس
- قواعد استخدام النظام الدولي لوحدات القياس

النظام الدولي لوحدات القياس (SI) وقواعد استخدامه

تقديــم:

من المعروف أن النظام الدولي لوحدات القياس (SI) أو ما يعرف بالنظام المتري الحديث، هو نظام القياس السائد في العالم حالياً، وهو النظام الرسمي للقياس في كافة الدول العربية، إلا أنه وللأسف، ما زال غير مطبق تطبيقاً كاملاً في جميع الميادين، لذا ولتعميم الفائدة من هذا النظام واستخدامه في كافة المجالات والتربوية منها على وجه الخصوص، فقد ارتأينا تضمينه في هذا الكتاب مساهمة منا في إيصاله لكل مهتم وقارئ، راجين أن نتمكن من تقديم خدمة ولو بسيطة للقارئ العربي في هذا المجال(*) .

مكونات النظام الدولي لوحدات القياس

يتألف النظام الدولي لوحدات القياس من :

1. وحدات أساسية (الجدول رقم 1).
2. وحدات مكملة (الجدول رقم 2).
3. وحدات مشتقة، أطلق على بعضها أسماء خاصة (الجدول رقم 3).
4. بادئات لتكوين المضاعفات والأجزاء العشرية (الجدول رقم 4).
5. وحدات من خارج النظام الدولي للوحدات، أجيز استخدامها إما لأهميتها العملية (الجدول رقم 5) أو لاستخدامها في مجالات متخصصة (الجدول رقم 6) أو لأسباب مختلفة (الجدول رقم 7).

---

* تم إعداد هذا الفصل بالاستعانة بنشرة صادرة عن وزارة الصناعة والتجارة الأردنية، مديرية المواصفات والمقاييس، ط3، 1993م.

وبين الجدول رقم (8) بعض وحدات القياس الشائعة، وأهم مضاعفاتها وأجزائها العشرية.

وفي نهاية هذا الفصل تم التطرق إلى قواعد استخدام هذا النظام وأمثلة تطبيقية تبين كيفية استخدامه

جدول (1): الوحدات الأساسية

الكمية	اسم الوحدة الأساسية في النظام الدولي		الرمز	
	العربي	الدولي	العربي	الدولي
الطول	متر	meter	م	m
الكتلة	كيلو غرام	kilogram	كغ	kg
الزمن	ثانية	second	ث	s
التيار الكهربائي	امبير	amper	أ	A
درجة الحرارة الترموديناميكية	كلفن	kelvin	ك	K
كية المادة	مول	mole	مول	mol
شدة لإضاءة	قندلية	candela	قد	cd

جدول (2) الوحدات المكملة

الكمية	اسم الوحدة الأساسية في النظام الدولي		الرمز	
	العربي	الدولي	العربي	الدولي
الزاوية المستوية	راديان	radian	راد	rad
الزاوية المجسمة	ستيراديان	steradian	سر	sr

جدول (3): الوحدات المشتقة ذات الأسماء الخاصة

الكمية	الاسم الخاص للوحدة الأساسية في النظام الدولي		الرمز	
	العربي	الدولي	العربي	الدولي
التردد	هرتز	hertz	هز	Hz
القوة	نيوتن	newton	ن	N
الضغط، الإجهاد	باسكال	pascal	با	Pa
الطاقة، الشغل، كمية الحرارة	جول	joule	ج	J
القدرة	واط	watt	و	W
الشحنة الكهربائية، كمية الكهرباء	كولومب	coulomb	كل	C
الكمون الكهربائي، فرق الكمون، الجهد، القوة الدافعة الكهربائية	فولت	volt	ف	V
السعة الكهربائية	فاراد	farad	فر	F
المقاومة الكهربائية	أوم	ohm	(أوم)	Ω
المواصلة الكهربائية	سيمنس	siemens	سن	S
تدفق الحث المغنطيسي، التدفق المغنطيسي	فيبر	weber	فب	Wb
كثافة التدفق المغنيطيسي، الحث المغنطيسي	تسلا	tesla	ت	T
المحاثة	هنري	henry	هـ	H
درجة حرارة سلسيوس	درجة سلسيوس	Degree celsius	°س	°C
التدفق الضوئي	لومن	lumen	لم	lm
الاستضاءة	لكس	lux	لك	lx

جدول (4): بادئات النظام الدولي

العامل	اسم البادئة		الرمز	
	العربي	الدولي	العربي	الدولي
10^{18}	إكزا	exa	يـ	E
10^{15}	بيتا	peta	بتـ	P
10^{12}	تيرا	tera	تـ	T
10^{9}	غيغا	giga	غـ	G
10^{6}	ميغا	mega	مغـ	M
10^{3}	كيلو	kilo	كـ	k
10^{2}	هكتو	hecto	هـ	h
10^{1}	ديكا	deca	دا	da
10^{-1}	ديسي	deci	د	d
10^{-2}	سنتي	centi	سـ	c
10^{-3}	ملي	milli	مـ	m
10^{-6}	ميكرو	micro	مكـ	µ
10^{-9}	نانو	nano	نـ	n
10^{-12}	بيكو	pico	بـ	p
10^{-15}	فمتو	femto	فـ	f
10^{-18}	آتو	atto	آ	a

أمثلة:

1 كيلومتر = 1000 متر (وتكتب 1كم = 1000م).

1 ميغاغرام = 1000 كيلوغرام (وتكتب 1مغغ = 1000كغ).

1 مليغرام = 0.001 غرام (وتكتب 1مغ = 0.001غ).

1 ميكرومتر = 0.000001 متر (وتكتب 1مكم = 10^{-6}م).

جدول (5): وحدات من خارج النظام الدولي ذات أهمية عملية

الكمية	اسم الكمية		الرمز	
	العربي	الدولي	العربي	الدولي
الزمن	دقيقة	miunte	د	min
	ساعة	hour	سا	h
	يوم	day	ي	d
الزاوية المستوية	درجة	degree	°	°
	دقيقة	minute	'	'
	ثانية	second	"	"
الحجم	لتر	liter	ل	L, I*
الكتلة	طن	tonne	طن	t**

* أجاز المؤتمر العام السادس عشر للأوزان والمقاييس (1979 استخدام الرمزين I و L للتر على قدم المساواة.

** في اللغة الإنجليزية يسمى الطن أيضا (الطن المتري).

جدول رقم (6)

وحدات من خارج النظام الدولي للاستخدام في مجالات متخصصة

الكمية	اسم الوحدة		الرمز	
	العربي	الدولي	العربي	الدولي
الطاقة	الكترون فولت	electronvolt	إف	eV
كتلة الذرة	وحدة الكتلة الذرية	atomic mass unit	ذ	u
الطول	وحدة فلكية	Astronomic unit	وف	AU
	فرسخ	Parsec	فخ	pc
ضغط المائع	بار	bar	بار	bar

جدول رقم (7): وحدات أخرى متفرقة

الكمية	اسم الوحدة		الرمز	
	العربي	الدولي	العربي	الدولي
الزاوية المستوية	جون (غراد)	gon (grade)	جون (غراد)	gon
الطول	ميل بحري	nautical mile	ميل بحري	n mail
المساحة	آر هكتار	are hectare	آ هآ	a ha
السرعة	عقدة	knot	ع	knot
الكثافة الخطية	تكس	tex	تكس	tex
اللزوجة (التحريكية)	بواز	poise	ب	p
اللزوجة الحركية	ستوكس	stokes	ست	St
مستوى قدرة الصوت، مستوى ضغط الصوت	بل	bel	بل	B
	دسيبل	decibel	دبل	dB
	نيبر	neper	نب	Np

جدول رقم (8)

بعض وحدات القياس الشائعة وأهم مضاعفاتها وأجزائها العشرية

الكمية	الوحدة			المضاعف العشري للوحدة			الجزء العشري للوحدة		
	الاسم	الرمز		الاسم	الرمز		الاسم	الرمز	
الزاوية المستوية	راديان	راد	rad				مليراديان	مراد	mrad
الطول	متر	م	m	كيلو متر	كم	km	سنتيمتر مليمتر ميكرومتر نانومتر بيكومتر فمتومتر	سم مم مكم نم بم فم	cm mm µm nm pm fm
المساحة	متر مربع	م^2	m^2	كيلو متر مربع	كم^2	km^2	سنتيميتر مربع مليمتر مربع	سم^2 مم^2	cm^2 mm^2
الحجم	متر مكعب	م^3	m^3				ديسيمتر مكعب سنتيمتر مكعب مليمتر مكعب	دم^3 سم^3 مم^3	dm^3 cm^3 mm^3
	لتر	ل	L	هكتولتر	هل	hL	مليلتر	مل	mL
الزمن	ثانية	ث	s	كيلو ثانية	كث	ks	مليثانية ميكروثانية نانوثانية	مث مكث نث	ms µs ns
السرعة	متر لكل ثانية	م/ث	m/s						
	كيلو متر لكل ساعة	كم/سا	$\frac{km}{h}$						
التردد	هرتز	هز	Hz	تيراهرتز غيغاهرتز ميغاهرتز كيلوهرتز	تهز غهز مغهز كهز	THz GHz MHz kHz			

الكمية	الوحدة			المضاعف العشري للوحدة			الجزء العشري للوحدة		
	الاسم	الرمز		الاسم	الرمز		الاسم	الرمز	
الكتلة	كيلو غرام	كغ	kg	ميغاغرام	مغغ	Mg	غرام مليغرام ميكروغرام	غ مع مكغ	g mg µg
الكثافة	كيلو غرام لكل متر مكعب	$\frac{كغ}{م^3}$	$\frac{kg}{m^3}$	كيلو غرام لكل ديسيمتر مكعب، او: غرام لكل سنتيمتر مكعب	$\frac{كغ}{دم^3}$ $\frac{غ}{سم^3}$	$\frac{kg}{dm^3}$ $\frac{g}{cm^3}$			
	غرام لكل لتر	$\frac{غ}{ل}$	$\frac{g}{L}$	كيلو غرام لكل لتر او: غرام لكل مليتر	$\frac{كغ}{ل}$ $\frac{غ}{مل}$	$\frac{kg}{L}$ $\frac{g}{mL}$			
الكثافة الخطية	كيلو غرام لكل متر	$\frac{كغ}{م}$	$\frac{kg}{m}$				مليغرام لكل متر	$\frac{مغ}{م}$	$\frac{mg}{m}$
القوة	نيوتن	ن	N	ميغانيوتن كيلونيوتن	مغن كن	MN kN	مليونيوتن ميكرونيوتن	من مكن	mN µN
الضغط	باسكال	با	Pa	غيغاباسكال ميغا باسكال	غبا مغبا	GPa MPa	ملياسكال ميكروباسكال	مبا مكبا:	mPa µPa
				كيلو باسكال	كبا	kPa			
	بار	بار	bar				مليبار ميكروبار	مبار مكبار	mbar µbar

الكمية	الوحدة: الاسم	الوحدة: الرمز		المضاعف العشري للوحدة: الاسم	المضاعف العشري للوحدة: الرمز		الجزء العشري للوحدة: الاسم	الجزء العشري للوحدة: الرمز	
الإجهاد العمودي	باسكال أو: نيوتن لكل متر مربع	با $\frac{ن}{م^2}$	Pa $\frac{N}{m^2}$	غيغا باسكال ميغا باسكال أو: نيوتن لكل مليمتر مربع كيلو باسكال	غبا مغبا $\frac{ن}{مم^2}$ كبا	GPa MPa $\frac{N}{mm^2}$ kPa			
اللزوجة (التحريكية)	باسكال. ثانية	با.ث	Pa.s				مليباسكال / ثانية	مبا.ث	mPa.s
اللزوجة الحركية	متر مربع لكل ثانية	$\frac{م^2}{ث}$	$\frac{m^2}{s}$				مليمتر مربع لكل ثانية	$\frac{مم^2}{ث}$	$\frac{mm^2}{S}$
التوتر السطحي	نيوتن لكل متر	$\frac{ن}{م}$	$\frac{N}{m}$				ملينيوتن لكل متر	$\frac{من}{م}$	$\frac{mN}{m}$
الطاقة	جول	ج	J	ايكزاجول بيتاجول تيراجول غيغاجول ميغاجول كيلوجول	بج بتج تج غج مغج كج	EJ PJ TJ GJ MJ kJ	مليجول	مج	mJ
الشغل	واط ساعة	وسا	Wh	تيراواط ساعة غيغاواط ساعة ميغاواط ساعة كيلواط ساعة	توسا غوسا مغوسا كوسا	TWh GWh MWh kWh			
الحرارة	إلكترون فولت	إف	eV	غيغا إلكترون فولت	غاف	GeV			
				ميغا إلكترون فولت	مغاف	MeV			
				كيلو إلكترون فولت	كاف	keV			

الكمية	الوحدة			المضاعف العشري للوحدة			الجزء العشري للوحدة		
	الاسم	الرمز		الاسم	الرمز		الاسم	الرمز	
القدرة	واط	و	W	غيغاواط ميغاواط كيلوواط	غو مغو كو	GW M W kW	مليواط ميكروواط	مو مكو	MW µW
درجة الحرارة الترموديناميكية	كلفن	ك	K						
درجة حرارة سلسيوس	درجة سلسيوس	°س	°C						
معامل التمدد الخطي	مقلوب الكلفن	$ك^{-1}$	K^{-1}						
التيار الكهربائي	أمبير	آ	A	كيلو امبير	كآ	kA	مليآمبير ميكروامبير نانوامبير بيكو امبير	ما مكا نا با	mA µA nA pA
الشحنة الكهربائية	كولومب	كل	C	كيلوكولوم ب	ككل	kC	ميكروكولومب نانوكولومب بيكوكولومب	مككل نكل بكل	µC nC pC
الجهد، القوة الدافعة الكهربائية	فولت	ف	V	ميغافولت كيلوفولت	مغف كف	MV kV	مليفولت ميكروفولت	مف مكف	mV µV
السعة	فاراد	فر	F				مليفاراد ميكروفاراد نانوفاراد بيكوفاراد	مفر مكفر نفر بفر	mF µF nF pF
كثافة التدفق المغنطيسي، الحث المغنطيسي	تسلا	ت	T				مليتسلا ميكروتسلا نانوتسلا	مت مكت نت	mT µT nT
التدفق المغنطيسي	فيبر	فب	Wb				مليفيبر	مفب	mWb
المحاثة	هنري	هـ	H				مليهنري ميكروهنري نانوهنري بيكوهنري	مه مكه نه به	mH µH nH pH
المقاومة	اوم	ؤ*	Ω	غيغا اوم ميغا اوم كيلو اوم	غؤ مغؤ كؤ	GΩ MΩ kΩ	مليأوم ميكرواوم	مؤ مكؤ	mΩ µΩ

* ما زال هذا الرمز قيد الدراسة تمهيداً لاعتماده.

الكمية	الوحدة			المضاعف العشري للوحدة			الجزء العشري للوحدة		
	الاسم	الرمز		الاسم	الرمز		الاسم	الرمز	
المواصلة	سمنس	سن	s	كيلو سمنس	كسن	kS	مليسمنس ميكروسيمنز س	مسن مكسن	mS μS
كمية المادة	مول	مول	mol	كيلو مول	كمول	kmol	مليمول ميكرومول	ممول مكمول	mmol mmol
الكتلة المولية	كيلو غرام لكل مول	كغ/مول	$\frac{kg}{mol}$				غرام لكل مول	غ/مول	$\frac{g}{mol}$
الحجم المولي	متر مكعب لكل مول	$م^3$/مول	$\frac{m^3}{mol}$				ديسيمتر مكعب لكل مول سنتيمتر مكعب لكل مول	$دم^3$/مول $سم^3$/مول	$\frac{dm^3}{mol}$ $\frac{cm^3}{mol}$
	لتر لكل مول	ل/مول	$\frac{L}{mol}$						
تركيز المادة B	مول لكل متر مكعب	مول/$م^3$	$\frac{mol}{m^3}$	مول لكل ديسيمتر مكعب كيلو مول لكل متر مكعب	مول/$دم^3$ كمول/$م^3$	$\frac{mol}{dm^3}$ $\frac{kmol}{m^3}$			
	مول لكل لتر	مول/ل	$\frac{mol}{L}$						
التركيز المولي لمادة B المذاب	مول لكل كيلو غرام	مول/كغ	$\frac{mol}{kg}$				مليمول لكل كيلوغرام	ممول/كغ	$\frac{mmol}{kg}$

قواعد استخدام النظام الدولي لوحدات القياس:

عند استخدام وحدات النظام الدولي (SI) أو النظام المتري الحديث يجب مراعاة بعض القواعد الأساسية حتى يمكن استخدام هذه الوحدات وفهمها بطريقة موحدة من قبل الجميع.

أهم القواعد التي يجب مراعاتها:

1. **ثبات أسماء وحدات القياس ورموزها لفظا وكتابة:**

من المعلوم انه يوجد لكل وحدة أو بادئة إسم ورمز معينان يجب التقيد بهما لفظاً وكتابة، ولا يجوز أن يختلفا بين شخص وآخر أو بين دولة وأخرى.

أمثلـة:

- اسم وحدة الطول هو المتر، ولا يجوز كتابة هذا الاسم مرة متر ومرة أخرى ميتر.
- لا يجوز كتابة اسم البادئة "ملي" بعدة أشكال مثال: ميلي، أو مللي، أو ميللي بل تكتب دوما بالشكل نفسه وهو "ملي".
- لا يجوز استخدام عدة رموز لنفس الوحدة مثل "ثا" عوضا عن "ث" للثانية، أو كغم، بدلا من "كغ" للكيلوغرام أو "ملم" عوضاً عن "مم" للمليمتر.

2. **الرموز العربية للوحدات والبادئات**

تستخدم الحروف المنفصلة (مثل، م، ث، ف) رموزاً للوحدات، وتستخدم الحروف المتصلة مثل (مـ، كـ، نـ) رموز للبادئات (انظر الجداول 8).

أمثلة:

- رموز الوحدات : رمز المتر "م" الفولت "ف" رمز الجول "ج".
- رموز البادئات رمز الكيلو "كـ" رمز الملي "مـ" رمز النانو "نـ" رمز البيكو "بـ".

3. عدم وضع نقطة بعد الرمز :

لا يجوز وضع نقطة بعد الوحدة للدلالة على الاختصار كما يحدث مثلا عند الإشارة إلى اسم المنظمة العربية للمواصفات والمقاييس بالأحرف "م.ع.م.م".

مثال:

لا يجوز أن تكتب اشتريت 10 م. من القماش بل تكتب "10م" دون وضع نقطة بعد رمز المتر، إلا إذا اقتضت الضرورة ذلك، كأن يقع الرمز في نهاية الجملة مثلا .

4. وضع رمز الوحدة بعد القيمة العددية مباشرة :

يوضع الرمز بعد القيمة العددية مباشرة مع ترك فراغ بسيط بين القيمة العددية والرمز، ولا يجوز وضع أي علامات أو إشارات لا معنى لها بين القيمة العددية والوحدة.

مثال:

نكتب 10 كغ، ولا يجوز أن نكتب هذا التعبير 10/كغ مثلا، كما يفعل البعض أحياناً، إذ أن هذا التعبير الأخير يعني 10 $\frac{1}{\text{كغ}}$.

5. **ضرب الوحدات:**

لضرب وحدتين ببعضهما يمكن استخدام إحدى الطريقتين التاليتين:

- وضع نقطة بين الرمزين.
- بدون وضع نقطة بين الرمزين.

مثال : عبارة "نيوتن × متر" تكتب إما "ن. م أو ن م".

6. **تقسيم الوحدات**

لتقسيم وحدتين على بعضهما يمكن استخدام إحدى الطرق التالية:

$\frac{م}{ث}$ ، أو م/ث ، أو م ث$^{-1}$

7. **تكوين المضاعفات والأجزاء العشرية للوحدات:**

تستخدم البادئات لتكوين المضاعفات والأجزاء العشرية للوحدات، وتعتبر البادئة في هذه الحالة متحدة مع الوحدة سواء عند استخدام الأسماء أو الرموز، حيث يكتب الاسمان أو الرمزان معاً (أنظر أيضا جدول 8) .

أمثلة :

- نكتب مليمتر وليس "ملي متر" .
- نكتب "كغ وليس "ك. غ" .

8. **منع استخدام البادئات المركبة:**

لا يجوز استخدام البادئات المركبة.

أمثلـة:

- لا يجوز استخدام مليميكرومتر بدلاً من نانومتر (نم).
- لا يجوز استخدام ميكروميكر وفاراد بدلا من بيكوفارد (بفر).

بما أن اسم وحدة الكتلة (الكيلو غرام) يتضمن اسم البادئة "كيلو"، لذلك لتجنب استخدام البادئة المركبة يتم تكوين المضاعفات والأجزاء العشرية لوحدة الكتلة بإضافة البادئة إلى كلمة "غرام" وليس إلى الوحدة "كيلوغرام".

مثلا (10^{-6} كغ) لا نكتبها 1 ميكروكيلوغرام (مككغ) وإنما نكتبها:

10^{-6} كغ = $10^{-6} \times 10^{3}$ غ = 10^{-3} غ = 1 مغ (1 مليغرام).

9. اختيار البادئات:

يجري اختيار البادئة الملائمة عند تكوين المضاعفات بحيث تقع القيمة العددية للكمية المعنية بين (0.1) و (1000).

أمثلـة:

- 15000 م: تكتب 15 كم.
- 0.000 45 م: تكتب إما 0.45 مم أو 450 مكم (ميكرومتر).

10. استخدام الوحدات في المسائل والحسابات:

عند حل المسائل وإجراء الحسابات، تستخدم وحدات النظام الدولي وليس مضاعفاتها، لذلك تستبدل البادئات بقوى للعدد 10 في مثل هذه الحالات.

أمثلـة:

- 50 مكم (ميكرومتر) تستبدل ب 50 × 10^{-6} م .
- 75 كف (كيلو فولت) تستبدل ب 75 × 10^{3} ف .

11. قاعدتان إضافيتان حول القيمة العددية:

(أ) استخدام الفاصلة كعلامة عشرية:

تستخدم الفاصلة كعلامة عشرية (فاصلة عشرية) سواء كانت الأرقام المستخدمة (0، 1 ، 2،000، 9) أم (0,1,2,...,9).

مثال: $3\frac{1}{2}$ تكتب 3,5 وليس 3.5 .

(ب) كتابة الأرقام في مجموعات لتسهيل قراءتها:

لتسهيل قراءة الأعداد الكبيرة، تكتب الأرقام في مجموعات يتكون كل منها من ثلاثة أرقام مع ترك فسحة صغيرة بين كل مجموعة وأخرى، وذلك اعتباراً من العلامة العشرية نحو اليسار ونحو اليمين. ويجب ألا يفصل بين مجموعات الأرقام أية علامة من علامات الترقيم الأخرى كالفاصلة أو النقطة.

أمثلـة:

- الكتابة الصحيحة : 21 000,305 78
  0,652 013
- الكتابة الخاطئة : 21,000.305,78
  0.652.013

ملاحظة:

لا يجوز إدخال التعريف على رموز الوحدات مباشرة، كما لا يجوز إدخال حروف الجر المتصلة (كالباء مثلاً) مباشرة على تلك الرموز، لأن ذلك قد يؤدي إلى اللبس والإبهام. ويوصى في مثل هذه الأحوال باستخدام اسم الوحدة كاملاً أو استخدام الأقواس.

مثال: عندما نقيس طول الجسم بالمتر لا يجوز أن نكتب

ل = طول الجسم بالم.

أو: ل = طول الجسم بم (لاحظ أن بم هو رمز البيكومتر).

وإنما نكتب:

ل = طول الجسم بالمتر .

أو: ل = طول الجسم (متر).

أو: ل= طول الجسم (م).

المراجـــع

المراجع العربية:

1. أمين رويحة، الإسعافات الأولية، الطبعة الأولى، دار القلم،بيروت
2. جميل شاهين، الطرائق العملية في المختبرات التعليمية، الطبعة الثانية، دار المناهج، عمان، 2004م.
3. عبد الجواد فائق الطيطي، تقنيات التعليم بين النظرية والتطبيق، الطبعة الأولى،دار قدسية، إربد، 1992م.
4. عبد الرحمن يوسف، سناء حجاوي، الأمن والسلامة في المختبر (ق/1993/2/) (مادة تدريبية) وزارة التربية والتعليم، عمان، 1992م.
5. عبد الكريم رشراش الجبارين، دليل الغازات الطبية والصناعية، مديرية الدفاع المدني، عمان.
6. علي الكلالدة، دليل التجارب العملية في الفيزياء، للصف الثاني الثانوي العلمي، الطبعة الثانية، وزارة التربية والتعليم، عمان، 1987م.
7. علي الكلالدة، دليل التجارب العملية في الفيزياء، للصف الثالث الثانوي العلمي، الطبعة الرابعة، وزارة التربية والتعليم، عمان، 1987م.
8. غسان حداد، موجز النظام الدولي لوحدات القياس (SI) وقواعد استخدامه، الطبعة الثالثة، وزارة الصناعة والتجارة، عمان،1993م.
9. ماجد محمد الحوري، ورقة عمل خاصة بالمشروع رقم (700)، سلطنة عمان، حول صيانة وإصلاح ومعايرة أجهزة المختبرات التعليمية، اليونسكو، 1993م.

10. المنظمة العربية للمواصفات والمقاييس، التقييس "مواصفات، مقاييس، جودة"، الطبعة الأولى، جامعة الدول العربية، تونس، 1985م.

11. وزارة التربية والتعليم، دليل التجارب العملية في العلوم، للصف الأولى الإعدادي، الطبعة الأولى، عمان، 1988م.

12. وزارة التربية والتعليم، دليل الأجهزة والمواد المخبرية، للمرحلتين الأساسية والثانوية، الطبعة الأولى، عمان، 2000م.

13. وزارة التربية والتعليم، دليل استخدام الوسائل التعليمية، قطر، 1992م.

14. وزارة المعارف، دليل الوسائل التعليمية، المملكة العربية السعودية، 1403هـ .

15. اليونسكو، مرجع اليونسكو في تعليم العلوم، ترجمة احمد شفيق الخطيب، الطبعة الثانية، مكتبة لبنان، 1986م.

المراجع الأجنبية:

- A Laboratory Manual for Schools and Colleges. John Creecly, B.Sc. M. l Bicl.

  Heinemann Educational Books, London, 1979.
- American Chemical Society, a chemistry in the community. Hunt publishing 1988.
- General Catalogue Biology, Leybold, 1993.
- General Catalogue Chemistry, Leybold 1993.
- Heilmor, C. H. Focus on Life Science. Merril Publishing co. Columbus, ohio, U.S.A. 1984.

  Philip Harris Catalogue, 2003.
- Philip Harris Catalogue for education, 2004.
- Philip Harris Catalogue, 2005.
- Safety in Academic Chemistry Laboratories, American Chemical Society, Committee on Chemical Safety, 1979.
- Safety in Working with Chemicals. M. E. Green & A. Turk. Mc Millan publishing co. Ine, 1978.
- WARD'S BIOLOGY, Catalogue, 1994.

محتويات الكتاب

الفصل الثالث

النظام الدولي لوحدات القياس وقواعد استخدامه